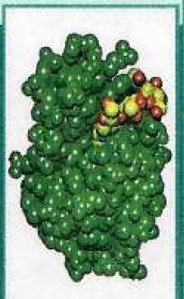
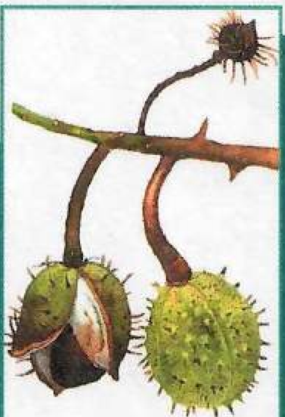
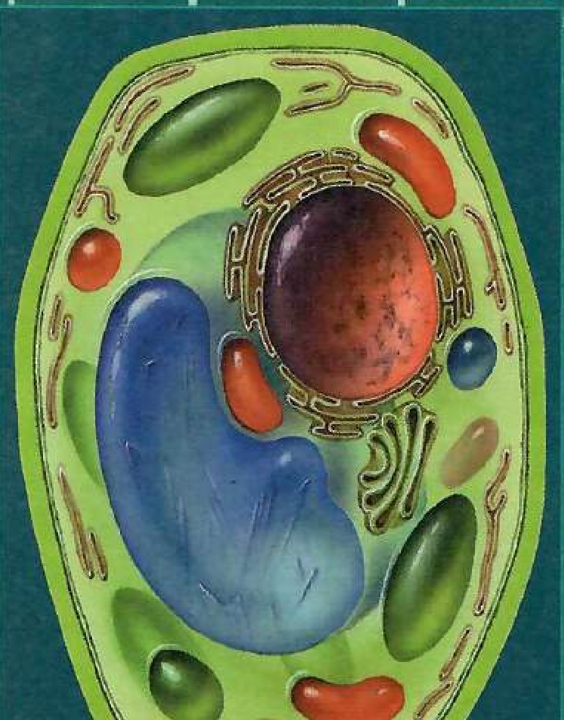
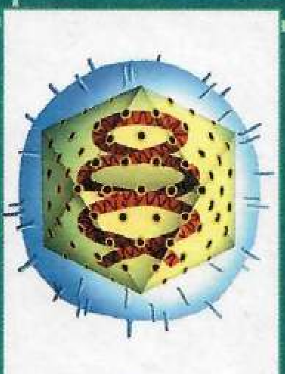
А. А. Каменский, Е. А. Криксунов,
В. В. Пасечник

БИОЛОГИЯ

ГОМУМИ БИОЛОГИЯГӘ ҺӘМ ЭКОЛОГИЯГӘ КЕРЕШ

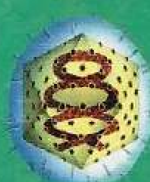
9 сыйныф

ДРОФА

ГОМУМИ БИОЛОГИЯГӘ ҺӘМ ЭКОЛОГИЯГӘ КЕРЕШ
9 сыйныф
БИОЛОГИЯ



А. А. Каменский, Е. А. Криксунов,
В. В. Пасечник

БиологиЯ

ГОМУМИ БИОЛОГИЯГӘ ҺӘМ ЭКОЛОГИЯГӘ КЕРЕШ

9 сыйныф

Татар телендә төп гомуми белем бирү мәктәбе өчен дәреслек

Россия Федерациясе Мәгариф һәм фән министрлыгы тарафыннан тәкъдим ителгән

КАЗАН • «МӘГАРИФ» НӘШРИЯТЫ
МОСКВА • «ДРОФА»
2010

УДК 373.167.1:57*09
ББК 20.1:28.0 я721
К12

Каменский А. А.

Биология. Введение в общую биологию и экологию. 9 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А. А. Каменский, Е. А. Криксунов, В. В. Пасечник.— 11-е изд., стереотип.— М.: Дрофа, 2010.

Охраняется действующим законодательством об авторских и смежных правах (Гражданский кодекс РФ, ч. 4, гл. 70). Воспроизведение всей книги или её части на любых видах носителей запрещается без письменного разрешения издательства.

Каменский А. А.

К12 Биология. Гомуми биологиягә һәм экологиягә кереш : 9 нчы сыйныф : Татар телендә төп гомуми белем бирү мәкт. өчен д-лек / А. А. Каменский, Е. А. Криксунов, В. В. Пасечник; Русчадан Р. З. Закирова, Ф. Г. Иштирәкова тәрҗ.— Казан : Мәгариф, 2010.— 303 б.: рәс. б-н.
ISBN 978-5-7761-2141-8

Тәкъдим ителгән бу дәреслек төп мәктәп (5—9 нчы сыйныфлар) өчен В. В. Пасечник җитәкчелегендә оригиналь автор программасына нигезләнеп эшләнгән биологиядән укыту-методик комплектына керә.

ISBN 978-5-7761-2141-8

© ООО «Дрофа», 2000
Все права защищены
© Татарчага тәрҗемә.
«Мәгариф» нәшрияты, 2010

Кереш

Кешелек тарафыннан тупланган белемнәр колачлап бетерә алмаслык дәрәҗәдә киң. Аларны тулысынча үзләштереп бетерү мөмкин түгел. Ләкин безнең һәркайсыбыз әйләнә-тирә дөньяны һәм аның үсеш законнарын ачык итеп күзалларга тиеш. Бу белемнәр кешегә үзен хәзерге җәмгыятьнең аерылгысыз әгъзасы итеп хис итәргә, үзе дә аның бер баласы булып торган әйләнә-тирә табигатьнең торышын бәяләргә, көндәлек тормышта дөрес карар кабул итәргә мөмкинлек бирәчәк.

Керешнең эчтәлеген белү сезгә

— биологиянең нәрсә өйрәнүен һәм аның фән буларак формалашуы ничек баруын белергә;

— биологиядә кулланыла торган методлар белән танышырга;

— терекнең терек булмаганнан аермасын аңларга;

— хәзерге дөньяда биология белемнәренең ролен ачыкларга ярдәм итәчәк.

1. Биология — тереклек турындагы фән

1. Биология нәрсәне өйрәнә?
2. Сезгә нинди биология фәннәре билгеле?
3. Сез нинди галим-биологларны беләсез?

Биология — тереклек турындагы фән. Ул тере организмнарны, аларның төзелешен, килеп чыгышын һәм үсешен, тереклек итү тирәлеге һәм анда яшәүче башка организмнар белән үзара бәйләнешләрен өйрәнә.

Биология иң борынгы фәннәрнең берсе булуга карамастан, аны аңлату өчен, «биология» термины үзе немец профессоры *Т. Руз* (1771—1803) тарафыннан 1797 елда гына тәкъдим ителә. Ләкин гомумкабул ителгән термин булып 1802 елда үз хезмәтләрендә *Ж. Б. Ламарк* (1744—1829), *Л. К. Тревиранус* (1779—1864) куллана башлагач кына таныла.

Тере организмнар турындагы белемнәрне кеше мең еллар дәвамында туплаган.

Безнең көннәрдә биология — төрле фәнни дисциплиналарның дифференциациясе һәм интеграциясе нәтиҗәсендә формалашкан комплекслы фән.

Мәсәлән, ботаникадан *микология* (гөмбәләр турындагы фән), *бриология* (мүкләрне өйрәнә торган фән), *альгология* (суүсемнәрне өйрәнә торган фән), *палеоботаника* (борынгы үсемлекләрнең калдыкларын өйрәнә торган фән) һ. б. дисциплиналар аерылып чыкты.

Чагыштырмача яшь биология фәннәрендә дә дифференциация бара. Мәсәлән, генетика *гомуми* һәм *молекуляр генетикага, үсемлекләр, хайваннар, микроорганизмнар, кеше генетикасына, популяцион генетикага* һ. б. га бүленде.

Фәннәр интеграциясе нәтиҗәсендә *биофизика, биохимия, радиобиология, космик биология* һ. б. барлыкка килде.

Биологик белемнәр дөньяның фәнни картинасын төзергә генә түгел, ә бәлки практик максатларда да кулланырга мөмкинлек бирә.

Мәсәлән, биологик белемнәрнең медицина һәм авыл хуҗалыгы белән бәйләнешләре бик күптән формалашкан. Бүгенге көндә аларның әһәмияте тагын да артты.

Биологиядәге казанышлар нәтиҗәсендә промышленность ысуллары белән медицина препаратлары, витаминнар, биологик актив матдәләр табалар. Генетикада, анатомия, физиология һәм биохимиядә ясалган ачышлар авыруга дөрес диагноз куярга һәм төрле авыруларның, шул исәптән элек дәвалап булмый дип саналганнарының да нәтиҗәле дәвалау һәм профилактикалау юлларын табарга мөмкинлек бирә.

Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек законнарын белү нәтиҗәсендә, галим-селекционерлар йорт хайваннарының һәм культуралы үсемлекләрнең югары продуктлы яңа токымнарын һәм сортларын китереп чыгардылар. Организмнар арасындагы үзара мөнәсәбәтләрне өйрәнү нәтиҗәсендә, авыл хуҗалыгы культуралары корткычларына каршы биологик көрәш методлары табылды. Хәзерге вакытта аксым биосинтезы һәм фотосинтез механизмнары өйрәнелә. Галимнәр киләчәктә бу кыйммәтле органик матдәләрне промышленность ысулы белән табу проблемасының хәл ителәчәгенә ышаналар. Тере организмнарның төрле системалары төзелешен һәм эшләү принципларын өйрәнү техникада һәм төзелештә оригиналь чишелешләр табарга ярдәм итте.

Биология казанышлары нәтиҗәсендә *биотехнологиянең* әһәмияте артканнан-арта бара. Инде хәзер ул туклану продуктларын җитештерү, энергиянең яңа чыганакларын эзләү, әйләнә-тирәлекне саклау һ.б. шундый глобаль проблемаларны хәл итүдә шактый йогынты ясый.

Соңгы вакытка кадәр кешеләр табигатьнең яңару сәләте чикләнмәгән дип уйлыйлар иде. Ләкин бу болай булып чыкмады. Табигать законнарын белмәү яки аларга әһәмият бирмәү барлык тере организмнарга, шул исәптән кешегә дә үлем белән яный торган куркыныч экологик һәлакәткә китерә. Шундый вакыт җитте: планетаның киләчәге безнең һәркайсыбызга бәйле, шуңа күрә биологик белемнәрнең әһәмияте елдан-ел арта.

Биологик белем һәр кешегә кирәк.

Биология. Биофизика. Биохимия. Микробиология. Генетика. Радиобиология.

1. Биология нәрсәне өйрәнә?
2. Ни өчен хәзерге биологияне комплекслы фән дип атыйлар?
3. Хәзерге җәмгыятьтә биологиянең роле нинди?

2. Биологияне өйрәнү методлары

1. Нәрсә ул фән?
2. Сезгә нинди биологик фәннәр билгеле?
3. Сез биологиядә кулланыла торган нинди тикшеренү методларын беләсез?

Без, гадәттә, «фәнни белем», «фәнни факт», «дөньяның фәнни күренеше» дибез. Ә фәнни белемнең фәнни булмаганнан аермасы нәрсәдә соң? Нинди фактны фәнни дип исәпләп була?

Фән — әйләнә-тирә дөньяны өйрәнү һәм танып белү ысулларының берсе. Биология терек табигать дөньясын аңларга ярдәм итә.

Без инде кешеләрнең бик борынгы заманнардан ук терек табигатьне өйрәнүләрен беләбез. Башта алар аерым организмнарны өйрәнгәннәр, аларны җыйганнар, төрле урыннарда тереклек итүче хайваннарның һәм үсемлекләрнең исемлеген төзегәннәр. Гадәттә, бу тере организмнарны өйрәнү чорын тасвирлаучы дип, ә дисциплинаның үзен *табигать тарихы* дип атыйлар. Табигать тарихы биологиянең элгәресе булып тора.

Һәр фәннең үз тикшеренү методлары бар. Ләкин нинди метод кулланылуына карамастан, аның «Тикшерелмәгән һәрнәрсә нигезсез» принцибы сакланырга тиеш. Бу — авторитетка сукырларча ышанудан баш тарту принцибы.

Фәнни метод — фәнни белемнәр системасын төзегәндә кулланыла торган алымнар һәм операцияләр җыелмасы.

Биологиядә төрле методлар кулланыла, аларның иң әһәмиятлеләре: *күзәтү, эксперимент* һәм *чагыштыру*.

Барлык фәнни мәгълүматларның беренче чыганаклары булып төгәл, игътибарлы, дөрес итеп күзәтү һәм эксперимент тора.

Күзәтүләр һәм экспериментлар барышында алынган нәтиҗәләр яңа күзәтүләр һәм экспериментлар белән тикшерелергә тиеш. Бары шуннан соң гына аларны *фәнни фактлар* дип санарга була.

Мәсәлән, массакүләм мәгълүмат чараларында «кар кешесе» турында бер тапкыр гына да түгел хәбәр ителде, аны

үз күзләре белән күргән кешеләрнең язмалары, аның эзләренең, хәтта «кар кешесе»нең үзенең фоторәсемнәре китерелде. «Кар кешесе»н эзләү өчен, берничә экспедиция оештырылды. Ләкин әлегә кадәр берәүнең дә ни тере «кар кешесен», ни аның мәетен, ни аның булуын исбатлаган бернинди кире каккысыз дәлилләрне китергәне юк. Шуңа күрә, «үз күзләре белән күргән кешеләрнең» күп санлы күрсәтүләренә карамастан, «кар кешесе»нең булуы фәнни факт булып кабул ителә алмый.

Фәнни тикшеренү, гадәттә, объектны яки күренешне *күзәтүдән* башлана. Нәтиҗәдә, табылган мәгълүматларны йомгаклаганнан соң, күзәтүләрне аңлата алырлык *гипотезалар* (фаразлар) тәкъдим ителә.

Тикшеренүнең икенче этабында, тәкъдим ителгән гипотезаларны тикшерү өчен, *экспериментлар* үткәрелә. Фәнни эксперимент белән беррәттән, һичшиксез, шартлары эксперимент шартларыннан бер (бары бер генә) фактор белән аерылып торган *контроль тәҗрибә* куелырга тиеш. Эксперимент нәтиҗәләрен анализлау гипотезаларның кайсысы дөрес булуын ачыкларга мөмкинлек бирә.

Тикшерелгән һәм фактларга туры килгән, дөрес фаразлауларга нигез булып хезмәт иткән гипотеза *теория* яки *закон* дип аталырга мөмкин. Галимнәр, нинди дә булса положениене закон дип атап, аның универсальлеген, бәхәссезлеген, дөреслеген ассызыклыйлар. Әмма еш кына «закон» һәм «теория» терминнары бер мәгънәдә буларак кулланыла.

Фәнни тикшеренү этапларын орлыкларның шытуы өчен, кирәкле шартларны өйрәнү мисалында карыйк.

Орлыкларның шытуын күзәтү аларның һәрвакытта да шытым бирмәвен күрсәтә. Димәк, аларның шытуы өчен билгеле бер шартлар кирәк булуы ачык.

Шулай итеп, без тикшеренүнең проблемасын тәгъбир итә алабыз: «Орлыкларның шытуы өчен нинди шартлар кирәк?»

Икенче этап — гипотезаларны тәкъдим итү. Без, орлыкларның шытуы өчен, яктылык, караңгылык, су, билгеле бер температура, һава, туфрак кирәк, дип уйлый алабыз.

Хәзер, орлыклар шытуга чынлыкта нинди шартлар кирәк булуын тикшерү өчен, экспериментның планын эшлибез һәм үткәрәбез.

Бер төрдәге 100 әр орлыктан (мәсәлән, кукуруз орлыклары) торган алты проба алабыз, һәм бер билгесе буенча гына аерылып торган шартларга куябыз.

Беренче проба савытын якты, җылы урынга урнаштырабыз. Савытка, орлыкларны яртылаш капларлык итеп, су салабыз. Бу очракта орлыкларга һава ирекле үтеп керә.

Орлыкларның икенче пробасын шундый ук шартларга куябыз, ләкин савытка кайнаган су салабыз, бу очракта орлыкларга һава керә алмый.

Өченче проба савытын беренче очрактагы кебек шартларда, ләкин караңгы урынга куябыз.

Дүртенче савыттагы орлыкларны коры килеш калдырабыз.

Бишенче пробаны 1 °С температурада тотабыз.

Алтынчы савытны дымлы туфрак белән тутырабыз һәм җылы урынга куябыз.

Без, эксперимент нәтиҗәләренә анализ ясап, орлыкларның шытуы өчен, яктылык һәм туфрак мәҗбүри шарт булып тормый дигән фикергә киләбез. Кукуруз орлыклары су, һава һәм билгеле бер температура булганда шыталар. Ләкин игътибар беләнрәк карасак, уңайлы шартларда да барлык орлыкларның да шытмавын күрербез. Бу орлыкларны тикшергәннән соң, аларның яралгысы үлгән булуы ачыклана. Димәк, бары тере яралгылы орлыклар гына шытуга сәләтле икән.

Әгәр сез берничә төр үсемлек орлыкларының шытуы өчен кирәкле шартларны чагыштырсагыз, аларның нык аерылуын күрерсез. Мәсәлән, кукуруз орлыклары шыту өчен, бөртекләрнең үз массасыннан ике тапкыр кимрәк су кирәк, ә тукранбашка үз массасыннан бер ярым тапкыр артыграк су булуы шарт. Шул ук вакытта тукранбаш орлыклары 1 °С температурада, кукуруз 8 °С тан югарырак булганда гына шытып чыга, ә кавын орлыкларының шыту температурасы 15 °С. Моннан тыш, күпчелек орлыклар яктыда да, шулай ук караңгыда да шыта, ләкин кайбер үсемлекләрнең (мәсәлән, тәмәке, эт тигәнәге) орлыклары шыту өчен яктылык кирәк. Вак җимешле шепкән орлыклары, киресенчә, караңгыда гына шыталар.

Шулай итеп, хәтта иң гади фәнни тикшерену дә төгәл уйланган һәм җиренә җиткереп үткәрелгән эксперимент таләп итә, бары шул очракта гына фәнни яктан дөрес нәтиҗәләр ясарга мөмкин. Күзәтүләр һәм экспериментлар үткәргәндә, иң яңа хәзерге заман приборларын, аппаратураларын, инструментларын — электрон микроскопларын, радиолокаторлар, хроматографлар һ. б. ны кулланалар.

Тереклек гаҗәеп күптөрле. Бу күптөрлелеккә төшенү өчен, тере организмнарның охшашлыкларын һәм аерымлыкларын табарга һәм тәртипкә китерергә кирәк. Бу бурычларны чишү өчен, *чагыштыру методы* кулланыла. Ул, гомуми закончалыкларны ачыклау өчен, күзәтү нәтиҗәләрен чагыштырып карарга мөмкинлек бирә.

Биологлар башка тикшеренү методларын да кулланалар. Мәсәлән, *тасвирлау методын* галимнәр борынгы заманнарда ук кулланганнар, ләкин ул бүгенге көндә дә үзенең әһәмиятен югалтмады.

Тарихи метод табылган фактларны, элек билгеле булган нәтиҗәләр белән чагыштырып, аңларга ярдәм итә.

Теләсә нинди яңа фәнни ачышлар элекке дөрес булмаган күзаллауларны төзәтергә булыша һәм күренешләр арасындагы яңа үзара бәйләнешләрне күрсәтә. Биологиядәге яңа ачышлар медицинада, авыл хуҗалыгында, промышленностьта һәм кеше эшчәнлегенең башка өлкәләрендә күпләгән практик казанышлар өчен җирлек булып тора.

Күпләр, бүгенге көннең конкрет практик проблемаларын чишәргә ярдәм итә торган биологик тикшеренүләр белән генә шөгыльләнергә кирәк, дип уйлый. Һичшиксез, практик фәннәр үсешенең әһәмияте бик зур, ләкин «чиста» фәнни тикшеренүләрнең әһәмияте турында да онытырга ярамый. Фундаменталь тикшеренүләрдә алынган белемнәр кешенең көндәлек тормышында файдасыз кебек тоелырга мөмкин, ләкин алар безнең әйләнә-тирә дөнья үсешендәге законнарны аңларга ярдәм итә һәм киләчәктә иртәме-соңмы практик кулланылыш табачак.

Фәнни тикшеренү. Фәнни фактор. Күзәтү. Гипотеза. Эксперимент. Закон. Теория.

?

1. Фәннең төп максаты нинди?
2. Фәнни метод нәрсә ул? Аның төп принцибы нәрсәдә?
3. Фәнни эксперимент нәрсә ул?
4. Нинди факт фәнни дип саналырга мөмкин?
5. Гипотеза законнан яки теориядән нәрсә белән аерыла?
6. Практик һәм фундаменталь тикшеренүләрнең фәндә роле нинди?

3. Тереклекнең асылы һәм тере организмнарның үзлекләре

1. Сез нинди тере организмнарны беләсез?
2. Тере организмнар тере булмаганнардан нәрсә белән аерылалар?
3. Тере организмнарның сезгә нинди үзлекләре билгеле?

Биологиянең «тереклек турындагы фән» буларак гадәти билгеләмәсе, без тереклекнең нәрсә икәнен аңлаган очракта гына, үзенең мәгънәсен югалтмый.

Беренче карашка барысы да бик гади кебек. Хәтта сабый да ташның тере булмавын, ә мәченең тере булуын әйтәчәк. Чынлыкта исә тереклеккә билгеләмә бирү бик катлаулы.

XIX гасырның икенче яртысында *Ф. Энгельс*, үз чорының табигать фәннәре өлкәсендәге белемнәрне гомумиләштереп, тереклеккә иң ачык билгеләмә бирә: тереклек ул — аксымлы җисемнәрнең яшәү ысулы, монда мөһим момент булып әйләнә-тирә табигать белән даими рәвештә матдәләр алмашы бару тора, шул ук вакытта матдәләр алмашы тукталу белән, тереклек итү дә туктала, бу — аксымнарның таркалуына китерә.

Биологиядәге аннан соңгы ачышлар тереклекнең бөтен асылын бу билгеләмә генә ачып бирмәвен күрсәтә. Хәзерге заман галимнәренең тереклеккә тулы билгеләмә бирергә омтылышлары да уңышлы тәгәлләнмәде. Эш шунда ки, тере организмнар күпчелек терек булмаган системада юк билгеләргә ия, ләкин бу билгеләр арасында тереклекнең үзенә генә хас бер генә билге дә табылмый. Мәсәлән, тере организмнарга үсү хас, ләкин кристаллар да үсә бит! Шуңа күрә тереклеккә билгеләмә биргәндә, барыннан да бигрәк, тере организмнарның төп үзлекләрен санап үтәргә кирәк.

1. *Тере организмнар охшаш химик составка һәм бердәм төзелеш принцибына ия.*

Тере организмнар, терек булмаган табигать объектлары кебек үк, химик элементлардан «төзелгән». Ләкин аларның нисбәте тередә һәм тере булмаганда төрлечә. Тере

организмнар 98 % ка дүрт элементтан — углерод, кислород, азот һәм водородтан тора, алар катлаулы органик молекулалар (аксымнар, нуклеин кислоталары, углеводлар, майлар) барлыкка килгәндә катнашалар.

Барлык тере организмнар күзәнәкчел төзелешле. Күзәнәк бердәм структур-функциональ берәмлек булып, шулай ук Җирдәге барлык тере организмнар үсешенең берәмлеге дә булып тора.

2. *Барлык тере организмнар — «ачык системалар», ягъни алар әйләнә-тирәлектән энергия һәм матдәләр өзлексез кереп торган шартларда гына тотрыклы.*

Яшел үсемлекләр кояш энергиясен үзләрен төзү өчен кирәкле органик матдәләрне синтезлауда файдалана. Башка организмнар энергияне азыктагы катлаулы органик матдәләрнең гадирәк матдәләргә таркалуы нәтиҗәсендә алалар.

Шулай итеп, тере организмнар тыштан энергия (кояш энергиясе яки химик) һәм туклыклы матдәләр кереп торганда гына яшиләр.

3. *Барлык тере организмнар әйләнә-тирәлек белән матдәләр алмашуга сәләтле: алар әйләнә-тирәлектән яшәү өчен кирәкле матдәләрне алалар, ә аңа тереклек эшчәнлеге продуктларын бүлеп чыгаралар.*

Шуңа охшаш булып күренгән процессларны терек булмаган табигатьтә дә күзәтергә мөмкин. Ләкин учак яки шәм ялкынын беркем дә тере дип атамас. Ә югыйсә яну процессында органик матдәләр (утын, шәм) һәм һава кислороды йотыла, углекислый газ һәм башка матдәләр бүленеп чыга. Кеше ясаган күп кенә механизмнар эшенең нигезендә дә «алмашу процесслары» ята.

Терек булмаган табигатьтәге алмашу процессларыннан аермалы буларак, тере организмнарның иң мөһим процесслары булып синтез һәм таркалу тора.

Матдәләр алмашы организмның химик составы һәм төзелешенең даимилеген, аның үсүен, үрчүен һәм әйләнә-тирәлекнең өзлексез үзгәреп торган шартларында яшәешен тәэмин итә.

4. *Тере организмнар үзләрен чолгап алган тирәлек факторларының үзгәрүенә җавап бирә.*

Эволюция процессында тере организмнарда тышкы тәэсирләргә сайлап җавап бирү сәләте барлыкка килгән. Бертөрлеләрендә реакция тиз күренә (мәсәлән, хайваннар чаба,

ташлана, кача, сыена h.б.), икенчеләрендә — әкрен (мәсәлән, үсемлекләр яфракларын яктыга бора).

5. *Тере организмнар һәрвакыт үсештә була.*

Үсеш терек материягә дә, терек булмаган материягә дә хас. Ләкин тере организмнарга тәртипкә салынган, акрын һәм эзлекле үсеш хас. Һәр тере организмның үсеше нәселдәнлек программасын тормышка ашыру белән бәйле, һәм, гадәттә, бу процесста аның массасы арта. Бу исә яңа молекулалар, элементар күзәнәк структуралары һәм күзәнәкләр үзләре барлыкка килү исәбенә бара.

Үсеш аерым организм өчен генә түгел, ә тулаем терек табигать өчен характерлы. Тарихи үсеш яки эволюция нәтиҗәсендә безнең планетада тере организмнарның барлык күптөрлелеге барлыкка килгән.

6. *Барлык тереклек үрчи.*

Яңа организмнар — бактериядән алып кешегә кадәр — шул төрнең затлары җенессез яки җенси үрчегәндә генә барлыкка килә.

7. *Барлык тере организмнар нәселдәнлеккә һәм үзгәрүчәнлеккә ия.*

Нәселдәнлек — организмнарның үз билгеләрен, үзлекләрен һәм үсеш үзенчәлекләрен буыннан-буынга күчерү сәләте. Организм нинди булырга тиешлеге турындагы информация аның генетик материалында — хромосомаларда кодлаштырылган була.

Яңа буын ата-аналарына охшаш булса да, һичкайчан нәкъ бертөрле ике организм очрамый. Бу — генетик материалда организмның яңа билгеләре һәм үзлекләре күренүгә китерә торган очраклы үзгәрешләр килеп чыгу белән аңлатыла.

8. *Тере организмнар билгеле бер яшәү тирәлегенә җайлашкан.*

Хәтта тышкы күренеше буенча гына да организмның нинди яшәү рәвеше алып баруы турында әйтергә була. Мәсәлән, сез ерткыч кошны бөртек белән тукланучы коштан, дым яратучан үсемлекне чүл үсемлекләреннән ансат аерасыз.

Шулай итеп, тере организмнар терек булмаган системалардан төзелешенең катлаулылыгы һәм аларда баручы физиологик процессларның тәртипкә салынган булуы белән аерылалар. Бу аерымлыклар тереклеккә сыйфат ягыннан яңа үзлекләр бирә.

Тереклек. Матдәләр алмашы. Синтез һәм таркалу процесслары. «Ачык система». Үрчү. Нәселдәнлек. Үзгәрүчәнлек. Үсеш.

?

1. «Тереклек» төшенчәсенә билгеләмә бирү ни өчен бик катлаулы?
2. Тере организмнар һәм терек булмаган табигать объектларының химик төзелешендә нинди аерма бар?
3. Ни өчен тере организмнарны «ачык системалар» дип атыйлар?
4. Тере организмнарда барган һәм терек булмаган табигатьтәге алмашу процесслары нәрсә белән аерыла?
5. Безнең планетада тереклек үсешендә үзгәрүчәнлек һәм нәселдәнлекнең роле нинди?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Биология — тереклекне өйрәнүче иң борынгы фәннәрнең берсе. Тере организмнар турындагы белемнәрне кеше мең еллар дәвамында туплаган. Белемнәр тупланган саен, биологиянең мөстәкыйль фәннәргә (ботаника, зоология, микробиология, генетика һ.б. га) аерылуы (дифференциациясе) бара. Биологияне башка фәннәр — физика, химия, математика һ.б. белән бәйләүче чиктәш дисциплиналарның әһәмияте артканнан-арта. Интеграция нәтиҗәсендә биофизика, биохимия, космик биология һ.б. барлыкка килә.

Хәзерге вакытта биология — төрле дисциплиналарның дифференциациясе һәм интеграциясе нәтиҗәсендә формалашкан комплекслы фән.

Һәр фәннең үз тикшеренү методлары бар. Биологиядә төрле тикшеренү методлары: күзәтү, эксперимент, чагыштыру һ.б. кулланыла.

Биология тере организмнарны өйрәнә. Алар әйләнәтирәлектән энергия һәм туклыклы матдәләр алучы «ачык системалар» булып торалар. Тере организмнар тышкы йогынтыларга җавап бирәләр, үсеш һәм үрчү өчен кирәкле барлык информацияне йөртәләр һәм билгеле бер яшәү тирәлегенә җайлашкан булалар.

1. Терек табигатьнең төзелеш (структур) дәрәҗәләре

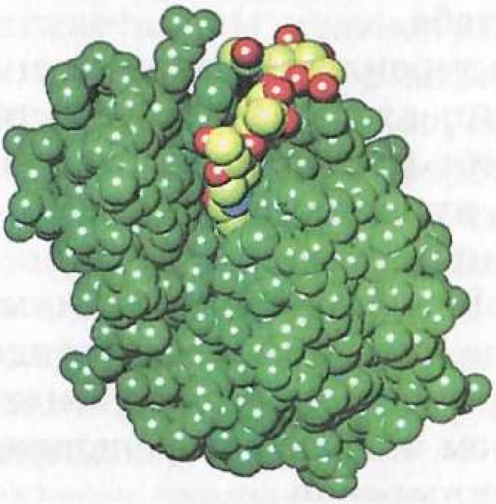
Бөтен терек табигать төрле дәрәҗәдәге төзелешле һәм бер-берсенә төрлечә бәйсынган биологик системалар (грекча systema — үзара бәйләнгән өлешләрдән торучы бербөтен) җыелмасыннан гыйбарәт.

Галимнәр терек табигатьнең берничә төзелеш (структур) дәрәҗәсен аерып йөртәләр: *молекуляр, күзәнәк, организм, популяция-төр, экосистема* һәм *биосфера* дәрәҗәләре. Барлык тере системаларга төзелеш дәрәҗәләренә бәйсез рәвештә гомуми билгеләр хас, ә системалар үзләре өзлексез үзара тәэсир итешәләр.

Биологик системаларның төзелеш дәрәҗәләрен өйрәнү беренче тере организмнарның ничек барлыкка килүен һәм Җирдә иң гади системалардан алып катлаулы һәм югары төзелешле системаларга кадәр эволюция процессы ничек барганын теоретик яктан күзалларга мөмкинлек бирә. Моны аңлау өчен, һәр төзелеш дәрәҗәсендәге тере системаларның үзенчәлекләре белән танышырга кирәк.

1 нче бүлек

Молекуляр дәрәҗә



Бу бүлектән сез

- *биополимерлар;*
- *биомолекулаларның төзелеше;*
- *биомолекулаларның нинди функцияләр башкаруы;*
- *вируслар һәм аларның үзенчәлеге турында*

белерсез

1.1. Молекуляр дәрәҗә: гомуми характеристика

1. Химик элемент нәрсә ул?
2. Атом һәм молекула дип нәрсә атала?
3. Сезгә нинди органик матдәләр билгеле?

Теләсә нинди тере система, ничек кенә катлаулы төзелешле булса да, биологик макромолекулаларның эшләве дәрәҗәсендә чагылыш таба.

Молекуляр дәрәҗәне тереклек төзелешенең иң эчкәреге, башлангыч дәрәҗәсе дип атарга була. Һәр тере организм күзәнәкләрдәге биологик молекулалар дип аталган органик матдәләр — аксым, нуклеин кислоталары, углевод, май (липид) молекулаларыннан тора.

Биологлар бу бик мөһим биологик кушылмаларның ролен организмнар үсүендә һәм үсешендә, нәселдәнлек информациясен саклауда һәм күчерүдә, тере күзәнәкләрдә барган матдәләр алмашында һәм энергия әверелешендә, шулай ук башка процессларда тикшерәләр.

Тере организмнары өйрәнеп, сез аларның, тере булмаганнарныкы кебек үк, химик элементлардан торуын күрдегез. Хәзерге вакытта 100 дән артык химик элемент билгеле, аларның күбесе тере организмнарда очрый. Терек табигатьтә иң киң таралган элементларга углерод, кислород, водород һәм азот керә.

Барлык органик кушылмаларның нигезе булып углерод хезмәт итә. Ул, күп атомнар һәм аларның группалары белән бәйләнешкә кереп, химик составы, төзелеше, озынлыгы һәм формасы буенча аерылып торган чылбырлар барлыкка китерә. Атомнар группаларыннан молекулалар барлыкка килә, ә молекулалардан төзелеше һәм функцияләре буенча аерылып торган катлаулы химик кушылмалар хасил була. Тере организмнарның күзәнәкләре составына керә торган бу органик кушылмалар *биологик полимерлар*, яки *биополимерлар* дип атала.

Полимер (грекча polys — күп санлы) — күп санлы буыннардан — *мономерлардан* торган чылбыр. Мономерларның һәрберсе чагыштырмача гади төзелешле. Полимер молекуласы үзара бер-берсе белән тоташкан меңләгән мономердан

торырга мөмкин. Мономерлар үзләре бертөрле яки төрле булырга мөмкин (1 нче рәсем).

Биополимерларның үзлекләре аларның молекулалары төзелешенә: полимерларны барлыкка китерүче мономер буыннарының санына һәм төрлелегенә бәйле. Алар барысы да универсаль, чөнки барлык тере организмнар да, нинди төргә керүләренә карамастан, бер план буенча төзелгән.

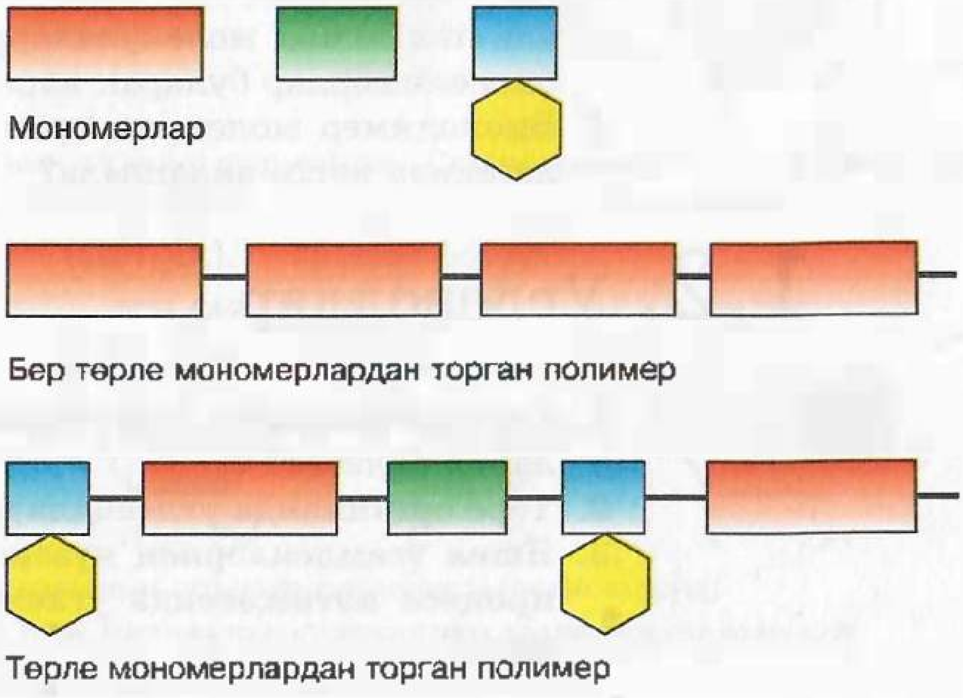
Биополимерларның һәр төре өчен билгеле бер төзелеш һәм функцияләр хас. Мәсәлән, аксым молекулалары күзәнәкләрнең төп структур элементлары булып торалар һәм аларда баручы процессларны көйлиләр.

Нуклеин кислоталары күзәнәктән күзәнәккә, организмнан организмга генетик информацияне күчерүдә катнашалар. Генетика нигезләрен өйрәнеп, сез генетик кодның барлык тере организмнар өчен универсаль булуын күрерсез.

Углеводлар һәм майлар — организмнарның тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле, иң әһәмиятле энергия чыганаклары.

Нәкъ менә молекуляр дәрәҗәдә күзәнәктә барлык төр энергиянең әверелеше һәм матдәләр алмашы бара. Бу процессларның механизмнары шулай ук барлык тере организмнар өчен универсаль.

Шул ук вакытта барлык организмнар составына кергән биополимерлар үзлекләренең төрлелеге берничә типтагы мономер молекулаларының, төрлечә урнашуларына бәйле рәвештә, күпләгән вариантта озын полимер чылбырлары хасил итүләре белән аңлатыла. Бу принцип безнең планетада тереклекнең күптөрлелеге нигезендә ята.



1 нче рәсем. Мономерлар һәм полимерлар төзелешенең схемасы

Биополимерларның специфик үзлекләре тере күзәнәктә генә күренә. Күзәнәкләрдән аерып алынган биополимер молекулалары биологик асылын югалта һәм үзләре кергән класс кушылмаларының физик-химик үзлекләре белән генә характерлана. Икенче төрле әйткәндә, биополимер молекулалары аерымланган хәлдә терек булмыйлар.

Молекуляр дәрәҗәне өйрәнеп кенә, безнең планетада тереклекнең барлыкка килү һәм эволюция процесслары ничек барганын, тере организмда нәселдәнлекнең һәм матдәләр алмашы процессларының молекуляр нигезләре нинди икәнен аңларга мөмкин.

Молекуляр дәрәҗә һәм аннан соң килүче күзәнәк дәрәҗәсе арасында күчүчәнлек биологик молекулаларның молекуляр дәрәҗәдән өстә торган күзәнәк структураларын барлыкка китерүче материал булуы белән тәэмин ителә.

Биологик система. Төзелеш дәрәҗәләре: молекуляр, күзәнәк, организм, популяция-төр, экосистема, биосфера. Органик матдәләр: аксымнар, нуклеин кислоталары, углеводлар, майлар (липидлар). Биополимерлар. Мономерлар.

?

1. Галимнәр нинди процессларны молекуляр дәрәҗәдә тикшерәләр?
2. Тере организмнар составында нинди элементлар өстенлек итә?
3. Ни өчен аксым, нуклеин кислоталары, углевод һәм липид молекулалары күзәнәктә генә биополимерлар буларак карала?
4. Биополимер молекулаларының универсальлегеннән нәрсә аңлашыла?

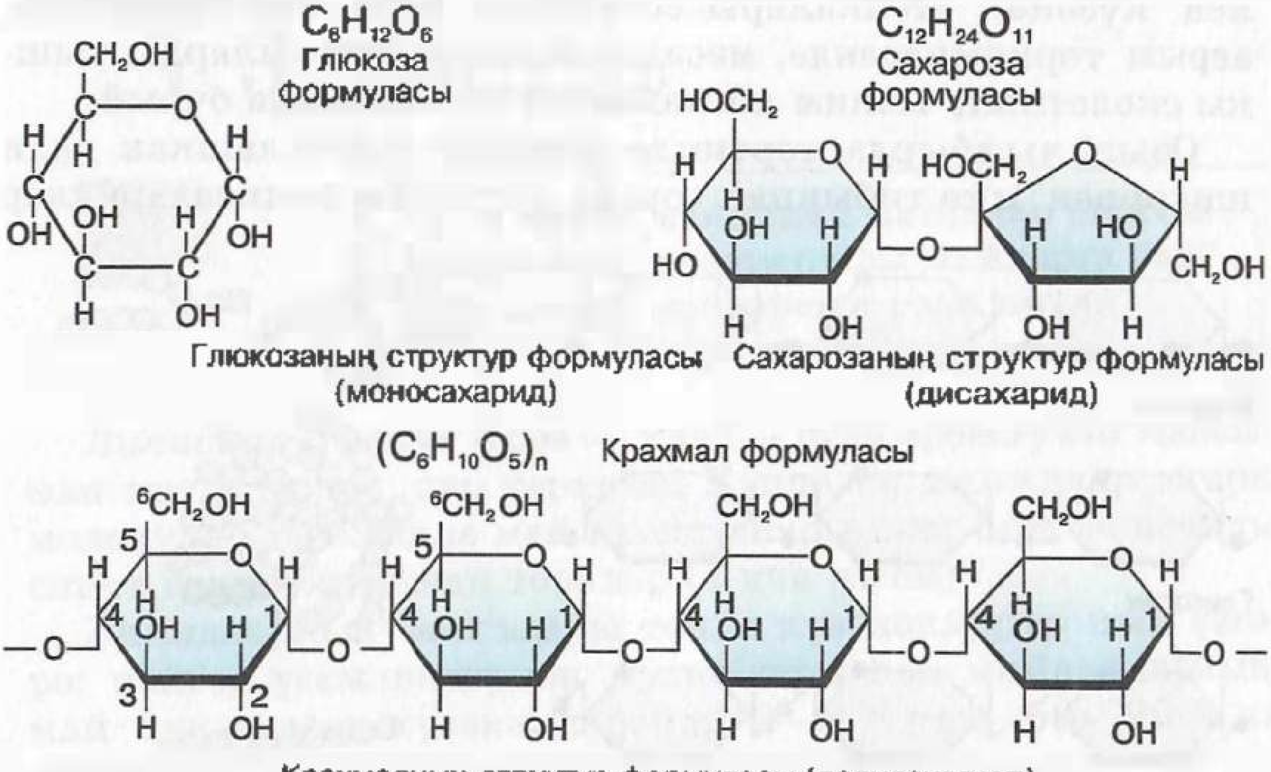
1.2. Углеводлар

1. Сез углеводларга керә торган нинди матдәләрне беләсез?
2. Тере организмда углеводларның роле нинди?
3. Яшел үсемлекләрнең күзәнәкләрендә нинди процесс нәтиҗәсендә углеводлар барлыкка килә?

Углеводлар, яки *сахаридлар* — органик кушылмаларның төп төркемнәреннән берсе. Алар барлык тере организмнарның күзәнәкләре составына керәләр.

Углеводлар углерод, водород һәм кислородтан торалар. Алар «углеводлар» дигән исемне күпчелегенең молекуласында водород һәм кислородның нисбәте су молекуласындагы кебек булганга алганнар. Углеводларның гомуми формуласы $C_n(H_2O)_m$. Углеводларга мисал булып глюкоза ($C_6H_{12}O_6$) һәм сахароза, яки камыш шикәре ($C_{12}H_{22}O_{11}$) хезмәт итә. Углеводлы кушылмаларга башка элементлар да керергә мөмкин. Барлык углеводлар гадиләргә, яки *моносахаридларга*, һәм катлаулыларга, яки *полисахаридларга* бүленәләр (2 нче рәсем). Моносахаридлардан тере организмнар өчен аеруча *рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактозаның* әһәмияте зур.

Ди- һәм *полисахаридлар* ике һәм күбрәк моносахарид молекулалары кушылу юлы белән барлыкка киләләр. *Сахароза* (камыш шикәре), *мальтоза* (солод шикәре), *лактоза* (сөт шикәре) — моносахаридларның ике молекуласы кушылу нәтиҗәсендә барлыкка килгән *дисахаридлар*. Дисахаридлар үзләренең үзлекләре буенча моносахаридларга якын. Мәсәлән, тегеләре дә, болары да суда яхшы эриләр, тәмгә татлы.



2 нче рәсем. Гади һәм катлаулы углеводлар молекулаларының төзелеше

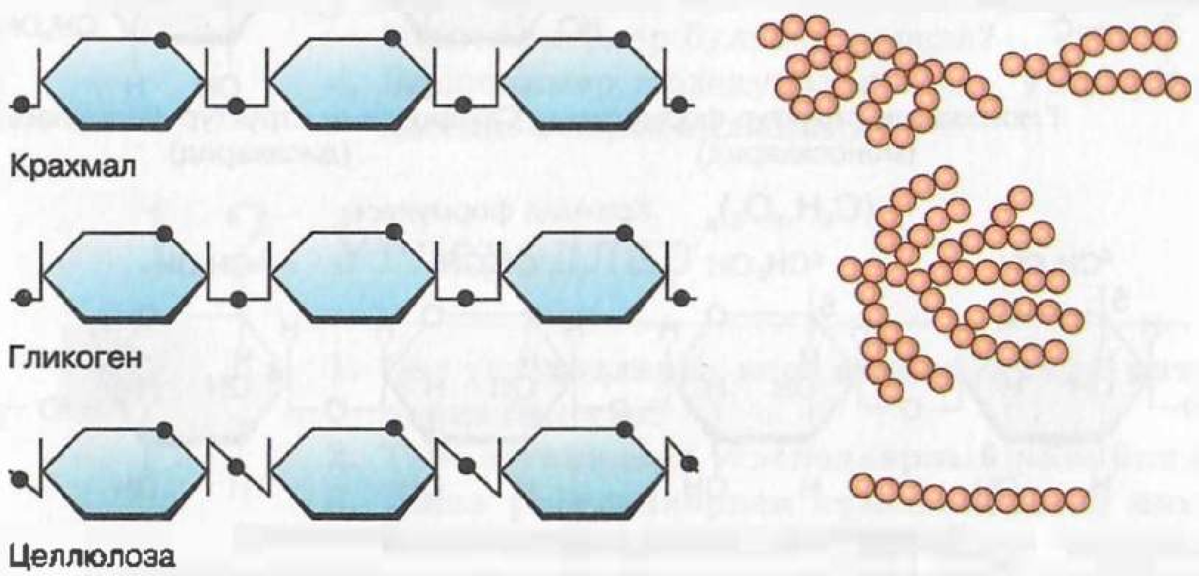
Полисахаридлар күп сандагы моносахаридлардан тора. Аларга *крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин* һ.б. керә (3 нче рәсем). Мономерларның саны арту белән, полисахаридларның эрүчәнлеге кими һәм татлы тәме бетә.

Углеводларның төп функциясе — *энергетик.* Углевод молекулалары таркалганда һәм оксидлашканда, организмнарның тереклек эшчәнлеген тәэмин итә торган энергия аерылып чыга. Углеводлар артык булганда, алар запас матдәләр (крахмал, гликоген) сыйфатында күзәнәктә туплана һәм, кирәк булганда, организм тарафыннан энергия чыганагы сыйфатында файдаланыла. Углеводларның күзәнәкләрдә көчле таркалуын, мәсәлән, орлыклар шытканда, мускуллар интенсив эшләгәндә, озак ач торганда күзәтергә мөмкин.

Углеводлар *төзү материалы* сыйфатында да файдаланылалар. Мәсәлән, целлюлоза күп кенә беркүзәнәклеләр, гөмбәләр һәм үсемлек күзәнәкләре стенкаларының мөһим структур компоненты булып тора. Үзенә бертөрле төзелешле булуы аркасында, целлюлоза суда эреми һәм бик нык. Үсемлек күзәнәкләре стенкаларының 20—40 % ы целлюлозадан тора, ә мамык сүсе саф целлюлоза диярлек, һәм нәкъ менә шуның өчен ул тукымалар җитештерүдә кулланыла.

Хитин кайбер иң гади төзелешлеләрнең һәм гөмбәләрнең күзәнәк стенкалары составына керә, хайваннарның аерым төркемнәрендә, мәсәлән буынтыгаяклыларда, тышкы скелетның мөһим компоненты сыйфатында очрый.

Озын чылбырда тәртипле рәвештә чиратлашкан гади шикәрнең ике тибыннан торган катлаулы полисахаридлар



3 нче рәсем. Полисахаридлар төзелешенең схемасы

да билгеле. Андый полисахаридлар хайваннарның тероак тукымаларында структур функцияләрне башкаралар: тире, сеңер, кимерчәкләрнең күзәнәкара матдәсе составына кереп, аларга ныклык һәм сыгылмалылык бирәләр.

Кайбер полисахаридлар күзәнәк мембраналары составына керәләр һәм күзәнәкләрнең бер-берсен тануын һәм үзара тәэсир итешүен тәэмин итеп, рецепторлар булып хезмәт итәләр.

Углеводлар, яки сахаридлар. Моносахаридлар. Дисахаридлар. Полисахаридлар. Рибоза. Дезоксирибоза. Глюкоза. Фруктоза. Галактоза. Сахароза. Мальтоза. Лактоза. Крахмал. Гликоген. Хитин.

---

1. Углевод молекулаларының составы һәм төзелеше нинди?
2. Нинди углеводлар моно-, ди- һәм полисахаридлар дип атала?
3. Тере организмнарда углеводлар нинди функцияләр башкаралар?

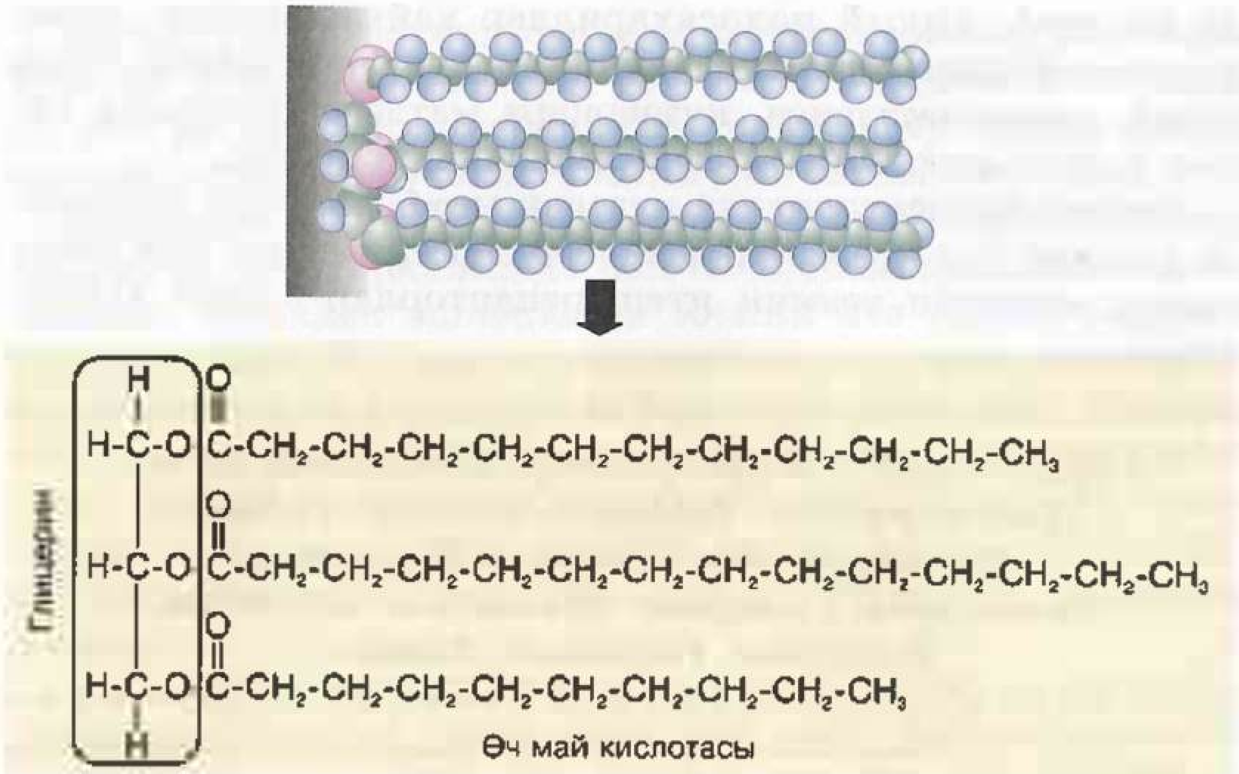
1.3. Липидлар

1. **Сезгә нинди майсыман матдәләр билгеле?**
2. **Нинди азык продуктлары майларга бай?**
3. **Организмда майларның роле нинди?**

Липидлар (грекча lipos — май) — суда эремәүчән майсыман матдәләрнең зур төркеме. Күпчелек липидлар югары молекуляр төзелешле май кислоталарыннан һәм өч атомлы спирт глицериныннан торалар (4 нче рәсем).

Липидларның микъдары төрле күзәнәкләрдә нык үзгәрә: кайбер үсемлекләрнең орлыклары һәм хайваннарның май тукымасы күзәнәкләрендә 2—3 % тан 50—90 % ка кадәр.

Липидлар барлык күзәнәкләрдә булалар һәм үзенчәлекле биологик функцияләр башкаралар.



4 нче рәсем. Триглицерид молекуласының төзелеше

Майлар — иң гади һәм киң таралган липидлар — *энергия чыганагы* буларак әһәмиятле роль уйныйлар. Алар оксидлашканда, углеводлар белән чагыштырганда, ике тапкырдан артыграк энергия аерып чыгара.

Майлар күзәнәктә *липидларның запаска туплану* формасы булып торалар. Умырткалы хайваннарның тынлык халәтендә күзәнәкләр тарафыннан файдаланылган энергиянең яртысы диярлек майлар оксидлашу исәбенә барлыкка килә. Майлар су чыганагы сыйфатында да файдаланылырга мөмкин (1 г май оксидлашканда, 1 г нан артыграк су хасил була). Бу бигрәк тә ирекле су дефициты шартларында тереклек итүче Арктика һәм чүл хайваннары өчен мөһим.

Җылы үткәрүчәнлеге түбән булу аркасында, липидлар *саклагыч функция* башкаралар, ягъни организмнарның җылылык изоляциясе өчен хезмәт итәләр. Мәсәлән, күп умырткалы хайваннарның тире асты май катламы яхшы үсеш алган, бу аларга салкын климат шартларында яшәргә мөмкинлек бирә, ә китсыманнарда тагын икенче роль уйный — йөзүчәнлеккә ярдәм итә.

Липидлар *төзү функциясен* дә башкаралар, суда эремәүчәнлеге аларны күзәнәк мембранасының бик мөһим компоненты итә.

Күп *гормоннар* (мәсәлән, бөер өсте кабыгы, җенес бизләре гормоннары) липидларның кушылмалары булып торалар. Липидларга *регулятор* (көйләгеч) *функция* хас.

Липидлар. Майлар. Гормоннар.
Липидларның функцияләре: энергетик, запаска туплау, саклагыч, төзү, регулятор (көйләгеч).

1. Липидларга нинди матдәләр керә?
2. Күпчелек липидларның төзелеше нинди?
3. Липидлар нинди функцияләр башкаралар?
4. Липидларга нинди күзәнәкләр һәм тукымалар аеруча бай?

1.4. Аксымнарның составы һәм төзелеше

1. **Организмда аксымнарның роле нинди?**
2. **Нинди продуктлар аксымнарга бай?**

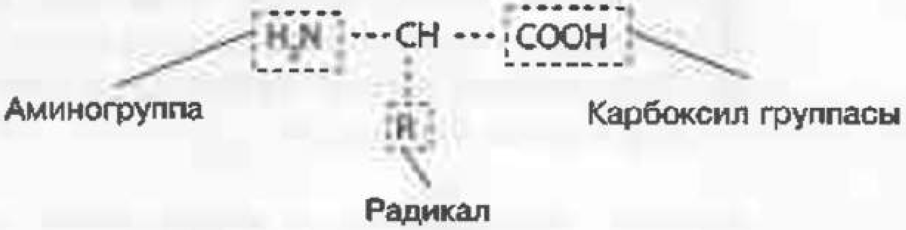
Органик матдәләр арасында *аксымнар,* яки *протеиннар* — иң күп санлы, иң күп төрле һәм иң әһәмиятле биополимерлар. Алар өлешенә күзәнәкнең 50—80 % коры массасы туры килә.

Аксым молекулалары бик зур була, шуңа күрә аларны *макромолекулалар* дип атыйлар. Аксым составына, углерод, кислород, водород һәм азоттан тыш, күкерт, фосфор һәм тимер керергә мөмкин. Аксымнар бер-берсеннән мономерларның саны (йөздән берничә меңгә кадәр), составы һәм урнашу эзлеклелеге белән аерылалар. Аксымнарның мономерлары — аминокислоталар (5 нче рәсем).

Аксымнарның чиксез төрлелеге нибарысы 20 төрле аминокислотаның ничек һәм нинди эзлеклелектә тоташуына бәйле. Һәр аминокислотаның үз исеме, үзенә хас төзелеше

5 нче рәсем. **Аминокислоталарның аксым молекулалары мономерларының (сары төс белән радикал билгеләнгән) төзелеше мисаллары**

һәм үзлекләре бар. Аларның гомуми формуласын түбәндәгечә күрсәтергә мөмкин:



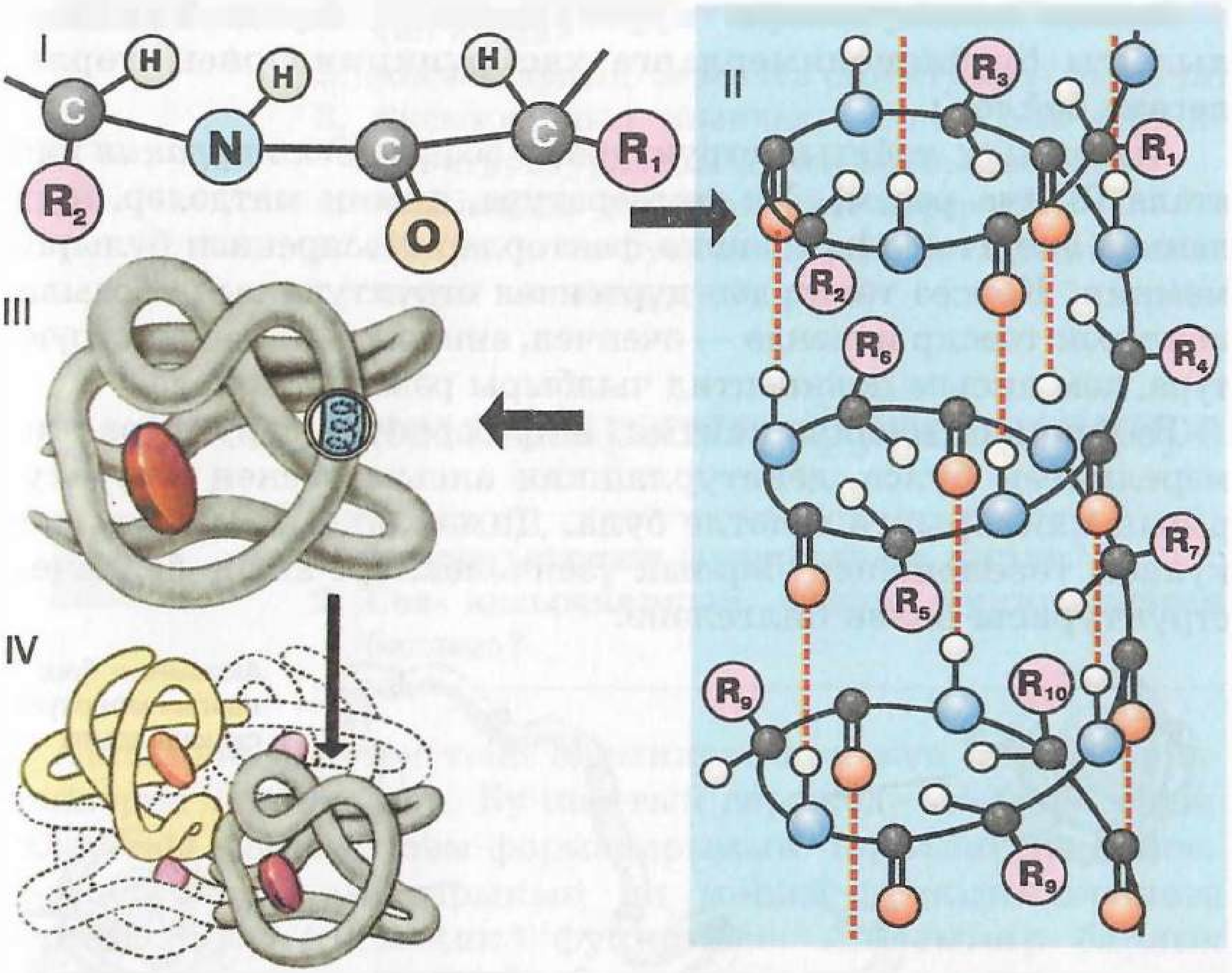
Аминокислота молекуласы барлык аминокислоталар өчен бертөрле булган ике өлештән тора: аларның берсе — нигез үзлекле аминогруппа (—NH_2), икенчесе — кислота үзлекле карбоксил группасы (—COOH). Молекуланың радикал (R) дип атала торган өлешенең төзелеше төрле аминокислоталарда төрлечә була. Аминокислотаның бер молекуласында кислота һәм нигез группалары булу аларның югары реакцион сәләтен билгели. Аксым барлыкка килгәндә, аминокислота молекулалары шушы группалар аша тоташа. Бу вакытта су молекуласы барлыкка килә, ә ирекле электроннар пептид бәйләнеше хасил итә. Шуңа күрә аксымнарны *полипептидлар* дип атыйлар.

Аксым молекулаларының пространстводагы конфигурацияләре төрле булырга мөмкин, һәм аларның төзелешендә структур төзелешнең дүрт дәрәҗәсен аерып күрсәтәләр (6 нчы рәсем).

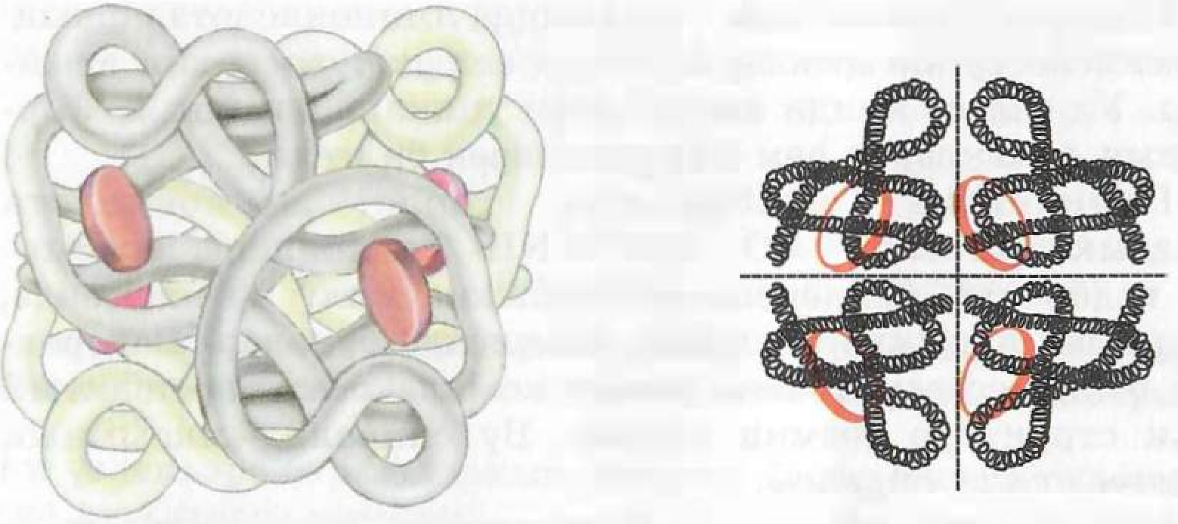
Полипептид чылбыры составында аминокислоталарның эзлеклелеген аксымның *беренчел структурасы* дип атыйлар. Ул теләсә нинди аксым өчен уникаль һәм аның формасын, үзлекләрен һәм функцияләрен билгели.

Полипептид чылбырында төрле аминокислота калдыкларының —CO- һәм —NH- группалары арасында водородлы бәйләнешләр барлыкка килү нәтиҗәсендә, күпчелек аксымнар спираль рәвешендә булалар. Водородлы бәйләнешләр көчсез, ләкин комплексҭа алар шактый нык структура тәэмин итәләр. Бу спираль — аксымның *икенчел структурасы.*

Өченчел структура — пространствода полипептид чылбырының өч үлчәмле «төргәге». Нәтиҗәдә һәр аксым өчен үзенчәлекле конфигурация — *глобула* барлыкка килә. Өченчел структураның ныклыгы аминокислоталарның радикаллары арасында барлыкка килгән төрле бәйләнешләр белән тәэмин ителә.



6 нчы рәсем. Аксым молекуласы төзелешенең схемасы: I, II, III, IV — беренчел, икенчел, өченчел, дүртенчел структуралар



7 нче рәсем. Гемоглобин молекуласы төзелешенең схемасы

Дүртенчел структура барлык аксымнарга да хас түгел. Ул өченчел структуралы берничә макромолекуланың катлаулы комплекска тоташу нәтиҗәсендә барлыкка килә. Мәсәлән, кеше канының гемоглобины дүрт аксым макромолекуласыннан торган комплекстан гыйбарәт (7 нче рәсем).

Аксым молекулалары структурасының шундый катлаулылыгы бу биополимерларга хас функцияләрнең төрлелегенә бәйле.

Аксымның табигый структурасы бозылу *денатурация* дип атала (8 нче рәсем). Ул температура, химик матдәләр, нурланыш энергиясе һәм башка факторлар тәэсиреннән булырга мөмкин. Көчсез тәэсирдән дүртенчел структура гына бозыла, көчлерәк тәэсир иткәндә — өченчел, аннары — икенчел структура, һәм аксым полипептид чылбыры рәвешендә кала.

Бу процесс өлешчә кайтма: әгәр беренчел структура җимерелмәгән булса, денатурлашкан аксым үзенең структурасын кайтарырга сәләтле була. Димәк, аксым макромолекуласы төзелешенең барлык үзенчәлекләре аның беренчел структурасы белән билгеләнә.

8 нче рәсем. Аксым денатурациясе

Аминокислоталардан гына торган *гади аксымнардан* тыш, составына углеводлар (*гликопротеиннар*), майлар (*липопротеиннар*), нуклеин кислоталары (*нуклеопротеиннар*) һ.б. кергән *катлаулы аксымнар* да бар.

Күзәнәк тереклегендә аксымнарның роле гаять зур. Хәзерге заман биологиясе организмнарның охшашлыгы һәм аерымлыгы аксымнар җыелмасы белән билгеләнүен күрсәтте. Систематикада организмнар бер-берсенә никадәр якынрак булсалар, аларның аксымнары шулкадәр охшашрак.

Аксымнар, яки протеиннар. Гади һәм катлаулы аксымнар. Аминокислоталар. Полипептид. Аксымнарның беренчел, икенчел, өченчел һәм дүртенчел структурасы.

?

1. Нинди матдәләр аксымнар, яки протеиннар дип атала?
2. Аксымнарның беренчел структурасы нәрсә ул?
3. Аксымнарның икенчел, өченчел һәм дүртенчел структуралары ничек барлыкка килә?
4. Аксымның денатурациясе нәрсә ул?
5. Нинди билге буенча аксымнар гади һәм катлаулы аксымнарга бүленә?

1.5. Аксымнарның функцияләре

1. Углеводларның функцияләре нинди?
2. Сез аксымнарның нинди функцияләрен беләсез?

Аксымнар чиктән тыш әһәмиятле һәм күп төрле функцияләрне башкаралар. Бу шактый дәрәҗәдә аксымнарның үзләренең составы һәм формаларының төрлелегенә бәйле.

Аксым молекулаларының иң мөһим функцияләреннән берсе — *төзү (пластик)* функциясе. Аксымнар барлык күзәнәк мембраналары һәм органоидлары составына керәләр. Кан тамырларының стеналары, кимерчәк, сеңер, чәч һәм тырнаклар башлыча аксымнан торалар.

Аксымнарның каталитик, яки *ферментатив функциясе* зур әһәмияткә ия. Махсус аксымнар — *ферментлар* — күзәнәктә баручы биохимик реакцияләрне дистәләгән һәм йөзләгән миллион тапкыр тизләтә. Меңгә якын фермент билгеле. Һәр реакция үзенә бертөрле фермент — катализатор — катнашында уза. Бу турыда түбәндә тулырак белерсез.

Хәрәкәтләндерү функциясен үзенә бертөрле кыскартучы аксымнар башкара. Алар ярдәмендә иң гади (түбән) төзелешлеләрдә керфекчекләр һәм камчылар хәрәкәтләнә, күзәнәк бүленгәндә, хромосомалар күчә, күпкүзәнәклеләрдә мускуллар кыскара, тере организмнарның башка төрле хәрәкәтләре камилләшә.

Аксымнарның *транспорт функциясе* зур әһәмияткә ия. Мәсәлән, үпкәдән гемоглобин башка тукымаларның һәм органнарның күзәнәкләренә кислород күчерә. Мускулларда бу функцияне миоглобин аксымы башкара. Кан сүле аксымнары липидлар һәм май кислоталары, төрле биологик актив матдәләр күчүенә булышлык итәләр. Күзәнәкләрнең тышкы мембранасындагы транспорт аксымнары цитоплазмага әйләнә-тирәлектән төрле матдәләр күчерәләр.

Специфик аксымнар *саклагыч функцияне* башкаралар. Алар организмны чит аксымнар һәм микроорганизмнар үтеп керүдән һәм зарарланудан саклыйлар. Мәсәлән, лимфоцитларда ясала торган антитәнчекләр чит аксымның эшчәнлеген блокадалый; фибрин һәм тромбин организмны кан югалтудан саклый.

Регулятор, яки *көйләгеч* функция аксым табигатьле *гормоннарга* хас. Алар канда һәм күзәнәкләрдә матдәләр концентрациясен даими тоталар, үсүдә, үрчүдә һәм башка әһәмиятле процессларда катнашалар. Мәсәлән, инсулин канда шикәр микъдарын көйли.

Аксымнарга шулай ук *сигнал бирү функциясе* хас. Күзәнәк мембранасы эченә урнашкан аксымнар, тышкы тирәлек факторлары тәэсиренә җавап итеп, үзенең өченчел структурасын үзгәртергә сәләтле. Тышкы тирәлектән сигналларны кабул итү һәм информацияне күзәнәккә тапшыру шулай бара.

Аксымнар, күзәнәктә энергия чыганакларының берсе буларак, *энергетик функцияне* башкарырга мөмкин. 1 г аксым ахыргы продуктларга кадәр тулысынча таркалганда, 17,6 кДж энергия аерылып чыга. Ләкин аксымнар энергия

чыганагы буларак бик сирәк файдаланыла. Аксым молекулалары таркалганда аерылып чыккан аминокислоталар яңа аксымнар төзүгә тотыла.

Аксымнарның функцияләре: төзү, хәрәкәтләндерү, транспорт, саклагыч, регулятор (яки көйләгеч) сигнал бирү, энергетик, каталитик. Гормон. Фермент.

?

1. Аксымнарның функцияләре күптөрле булу нәрсә белән аңлатыла?
2. Сезгә аксымнарның нинди функцияләре билгеле?
3. Аксым-гормоннар нинди роль уйныйлар?
4. Аксым-ферментлар нинди функция башкаралар?
5. Ни өчен аксымнар энергия чыганагы сыйфатында сирәк файдаланыла?

1.6. Нуклеин кислоталары

1. Күзәнәктә төшнең роле нинди?
2. Нәселдәнлек билгеләрен күчерү күзәнәкнең нинди органоидлары белән бәйләнгән?
3. Нинди матдәләр кислоталар дип атала?

Нуклеин кислоталары (латинча nucleus — төш) беренче тапкыр лейкоцитларның төшендә табыла. Соңыннан нуклеин кислоталары барлык күзәнәкләрдә, аларның төшендә генә түгел, ә цитоплазмада һәм төрле органоидларда да булуы ачыклана.

Нуклеин кислоталары ике типка бүленә: *дезоксирибонуклеин кислотасы* (ДНК) һәм *рибонуклеин кислотасына* (РНК). Исемнәрендәге аерма ДНК молекуласында углевод — *дезоксирибоза*, ә РНК молекуласында *рибоза* булу белән аңлатыла.

Нуклеин кислоталары — *мономер-нуклеотидлардан* торган биополимерлар. ДНК һәм РНК мономер-нуклеотидларының төзелешләре охшаш.

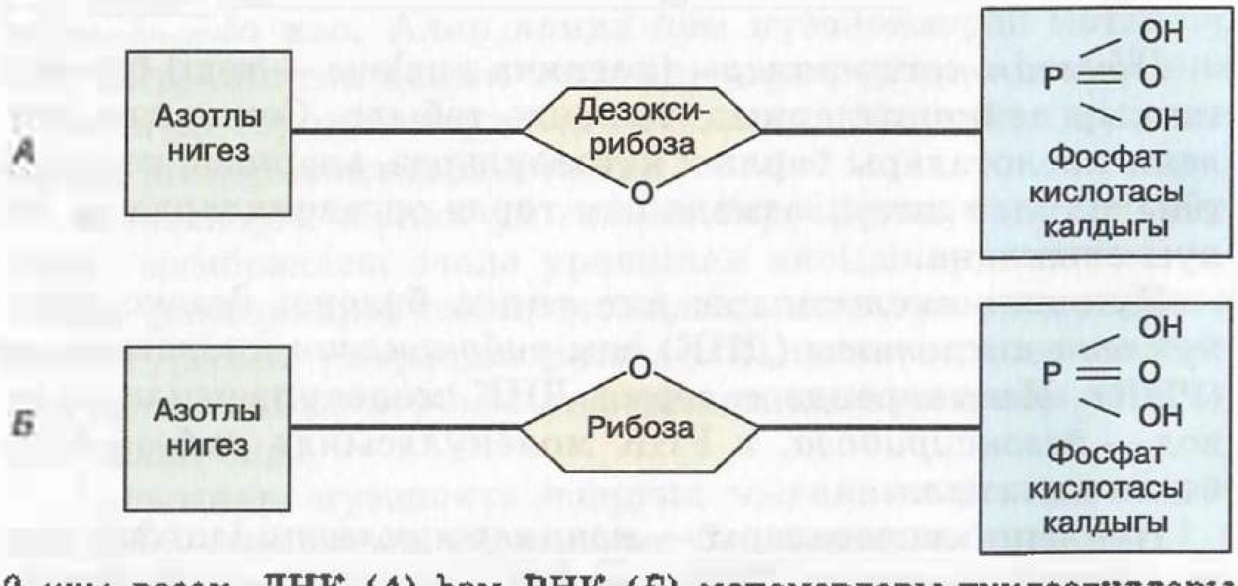
Һәр нуклеотид нык химик бәйләнеш белән бәйләнгән өч компоненттан тора. Бу — *азотлы нигез, углевод* (рибоза яки дезоксирибоза) һәм *фосфат кислотасы калдыгы* (9 нчы рәсем).

ДНК молекуласы составына дүрт типтагы азотлы нигез керә: *аденин, гуанин, цитозин* яки *тимин*. Аларга туры килгән нуклеотидларның исемнәре тиңдәшле рәвештә адениллы (А), гуаниллы (Г), цитидиллы (Ц) һәм тимидиллы (Т) дип йөртелә (10 нчы рәсем).

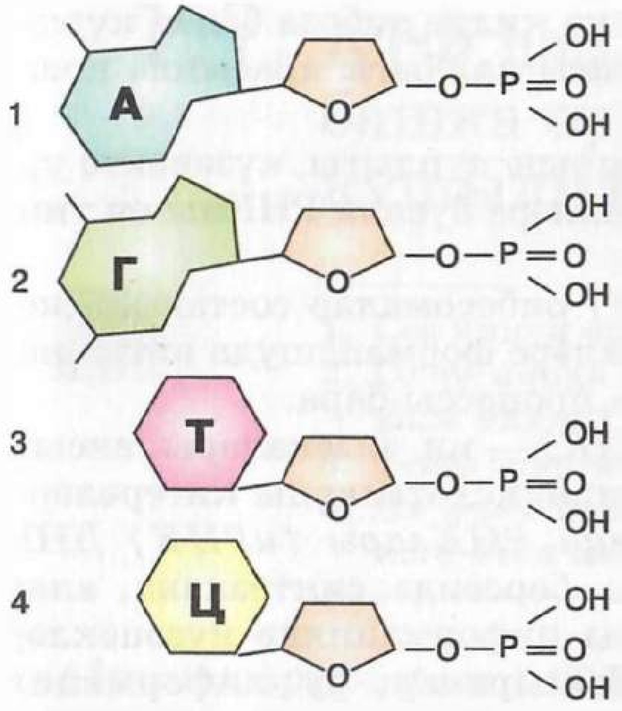
ДНКның һәр чылбыры берничә дистә мең нуклеотидтан торган полинуклеотидтан гыйбарәт.

ДНК молекуласының төзелеше катлаулы. Ул бөтен озынлыгы буенча үзара водородлы бәйләнешләр белән тоташкан ике спираль булып чорналган чылбырдан тора. ДНК молекулаларына гына хас булган мондый структураны *икеле спираль* дип атыйлар.

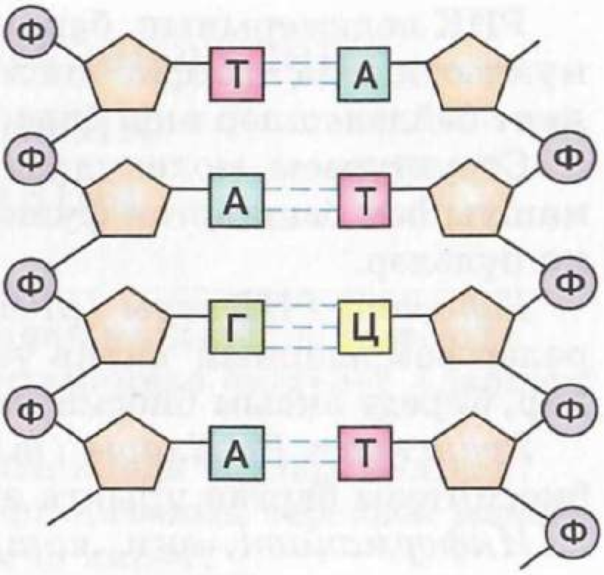
ДНКның икеле спирале барлыкка килгәндә, бер чылбырның азотлы нигезе төгәл билгеле бер тәртиптә икенчесенең азотлы нигезе каршысына урнаша. Монда мөһим закончалык күренә: бер чылбырның аденины каршысына һәрвакыт икенче чылбырның тимины урнаша, гуанин каршысына — цитозин, һәм киресенчә. Бу шуның белән аңлатыла: нуклеотидлар парлары аденин һәм тимин, шулай ук гуанин һәм цитозин бер-берсенә төгәл туры киләләр һәм бер-берсен тулыландыручы, яки *комплементар* (латинча complementum — тулыландыру) дип аталалар. Аденин һәм тимин арасында һәрвакыт ике, ә гуанин



9 нчы рәсем. ДНК (*А*) һәм РНК (*Б*) мономерлары-нуклеотидлары төзелешенең схемасы



10 нчы рәсем. Терек табигатьтәге барлык ДНКларны төзегән дүрт нуклеотид



11 нче рәсем. Нуклеотидларның комплементар тоташуы һәм ике чылбырлы ДНК молекуласы барлыкка килү

һәм цитозин арасында өч водородлы бәйләнеш хасил була (11 нче рәсем).

Димәк, теләсә нинди организмда аденилли нуклеотидлар саны тимидиллы нуклеотидлар санына, ә гуаниллы нуклеотидлар саны цитидиллылар санына тигез. ДНКның бер чылбырында нуклеотидларның эзлеклелеген белеп, комплементарлык принцибы буенча, икенче чылбырда нуклеотидлар урнашу тәртибен билгеләргә мөмкин.

ДНКда дүрт типтагы нуклеотидлар ярдәмендә организм турында нәсел буенча алдагы буыннарга бирелә торган барлык әһәмиятле информация язылган. Икенче төрле әйткәндә, ДНК нәселдәнлек информациясен йөртүче булып тора.

ДНК молекулалары, нигездә, күзәнәкләрнең төшендә урнашкан, ләкин аларның берникадәр микъдары митохондрияләрдә һәм пластидаларда була.

РНК молекулалары,— ДНК молекуласыннан аермалы буларак, шактый кыскарак бер чылбырдан торучы полимер.

РНК мономерлары — рибозадан, фосфат кислотасы калдыгыннан һәм дүрт азотлы нигезнең берсеннән торган нуклеотидлар. Өч азотлы нигез — аденин, гуанин һәм цитозин — ДНКдагы кебек үк, ә дүртенчесе — *урацил.*

РНК полимерының барлыкка килүе рибоза белән күрше нуклеотидның фосфат кислотасы калдыгы арасында ковалент бәйләнешләр аша бара.

Структурасы, молекулаларының зурлыгы, күзәнәктә урнашуы һәм башкарган функцияләре буенча РНКны өч типка бүләләр.

Рибосома РНКлары (рРНК) рибосомалар составына керәләр һәм аларның актив үзәкләре формалашуда катнашалар, биредә аксым биосинтезы процессы бара.

Транспорт РНКлары (тРНК) — иң кыскалары, аксым биосинтезы барган урынга аминокислоталарны китерәләр.

Информацион, яки *матрица, РНКлары (иРНК)* ДНК молекуласы чылбырларының берсендә синтезлана, алар аксымнар төзелеше турындагы информацияне күзәнәкләр төшеннән рибосомаларга тапшыралар, бу информация буенча рибосомаларда аксым синтезлана.

Шулай итеп, РНКның төрле типлары нәселдәнлек информациясен аксым синтезы аша тормышка ашыручы бердәм функциональ система булып торалар.

РНК молекулалары күзәнәкнең төшендә, цитоплазмада, рибосомаларда, митохондрияләрдә һәм пластидаларда урнашкан.

Нуклеин кислотасы. Дезоксирибонуклеин кислотасы, яки ДНК. Рибонуклеин кислотасы, яки РНК. Азотлы нигезләр: аденин, гуанин, цитозин, тимин, урацил. Комплементарлык. Транспорт РНКсы (тРНК). Рибосома РНКсы (рРНК). Информацион РНК (иРНК). Нуклеотид. Икеле спираль.

?

1. Нуклеотидларның төзелеше нинди?
2. ДНК молекуласының төзелеше нинди?
3. Комплементарлык принцибының асылы нәрсәдән гыйбарәт?
4. ДНК һәм РНК молекулаларының төзелешендә нинди уртаклык һәм аерымлык бар?
5. Сезгә РНК молекулаларының нинди типлары билгеле? Алар нинди функцияләр башкаралар?

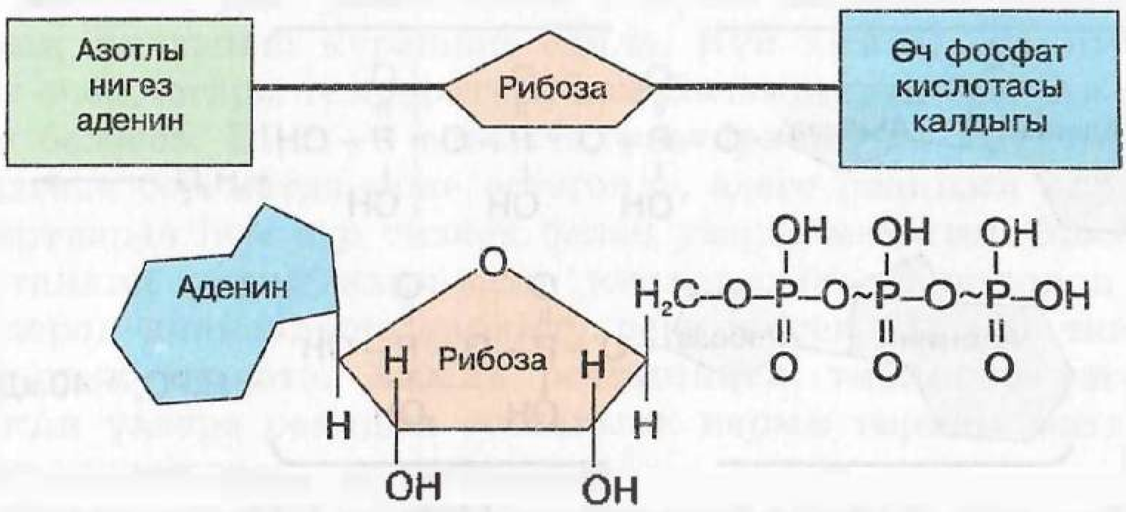
1.7. АТФ һәм күзәнәкнең башка органик кушылмалары

1. Сез нинди органик матдәләрне беләсез?
2. Сезгә нинди витаминнар билгеле? Аларның роле нинди?
3. Сезгә энергиянең нинди төрләре билгеле?
4. Ни өчен һәр организмның тереклек эшчәнлеге өчен энергия кирәк?

Аденозинтрифосфат (АТФ) — азотлы нигез адениннан, рибоза углеводыннан һәм өч фосфат кислотасы калдыгыннан торган нуклеотид (12 нче рәсем); цитоплазмада, митохондрияләрдә, пластидаларда һәм төштә була.

АТФ — тотрыксыз структура. Бер фосфат кислотасы калдыгы аерылып киткәндә, АТФ *аденозиндифосфатка (АДФ)* әверелә, әгәр тагын берсе аерылса (бу бик сирәк була), АДФ *аденозинмонофосфатка (АМФ)* әйләнә. Фосфат кислотасының һәр калдыгы аерылганда, 40 кДж энергия аерылып чыга:

$$АТФ + H_2O \rightarrow АДФ + H_3PO_4 + 40 \text{ кДж},$$
$$АДФ + H_2O \rightarrow АМФ + H_3PO_4 + 40 \text{ кДж}.$$



12 нче рәсем. АТФ молекуласының төзелеше

Фосфат кислотасы калдыклары арасындагы бәйләнешне макроэргик бәйләнеш дип атыйлар (ул ~ символы белән билгеләнә), чөнки, бу бәйләнеш өзелгәндә, башка химик бәйләнешләр өзелгәндәгегә караганда, дүрт тапкыр диярлек күбрәк энергия аерылып чыга (13 нче рәсем).

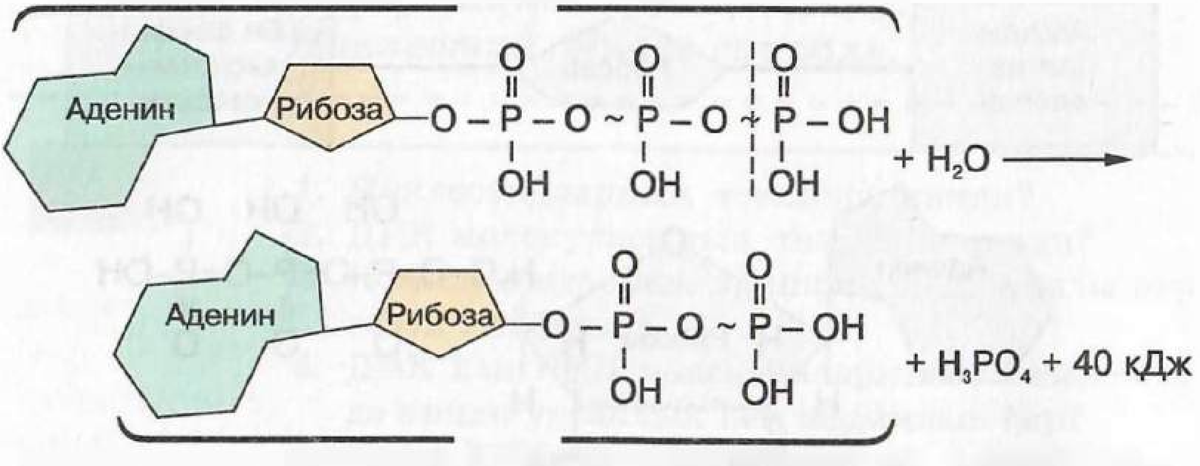
АТФ — күзәнәктә бара торган барлык реакцияләр өчен универсаль энергия чыганагы.

Витаминнар (латинча vita — тереклек) — организмнарның нормаль тереклек эшчәнлеге өчен бик аз микъдарда кирәк булган катлаулы биоорганик кушылмалар. Башка органик кушылмалардан аермалы буларак, витаминнар энергия чыганагы яки төзү материалы сыйфатында файдаланылмый. Кайбер витаминнар организмның үзендә синтезланырга мөмкин (мәсәлән, бактерияләр барлык витаминнарны барлыкка китерергә сәләтле). Башка витаминнар организмга азык белән керә.

Витаминнарны латин алфавитындагы хәрефләр белән билгеләү кабул ителгән. Витаминнарның хәзерге классификациясе аларның суда һәм майларда эрү сәләтенә нигезләнгән. *Майда эрүчән* (A, D, E һәм K) һәм *суда эрүчән* (B, C, PP һ. б.) витаминнарга бүләләр.

Витаминнар матдәләр алмашында һәм организмның тереклек эшчәнлегенең башка процессларында зур роль уйныйлар. Витаминнарның җитәрлек булмавы кебек, артык булуы да организмда күп физиологик функцияләрнең җитди бозылуына китерергә мөмкин.

Теләсә нинди күзәнәктә югарыда санап киткән органик кушылмалардан тыш (углеводлар, липидлар, аксымнар, нуклеин кислоталары, витаминнар), башка органик



13 нче рәсем. АТФның структурасы. АТФның АДФка әверелеше (~ — макроэргик бәйләнеш)

кушылмалар да күп була. Алар биосинтез һәм таркалу процессларының арадаш яки ахыргы продуктлары булып торалар.

Аденозинтрифосфат (АТФ).
Аденозиндифосфат (АДФ).
Аденозинмонофосфат (АМФ).
Макроэргик бәйләнеш.
Майда эрүчән һәм суда эрүчән витаминнар.

---

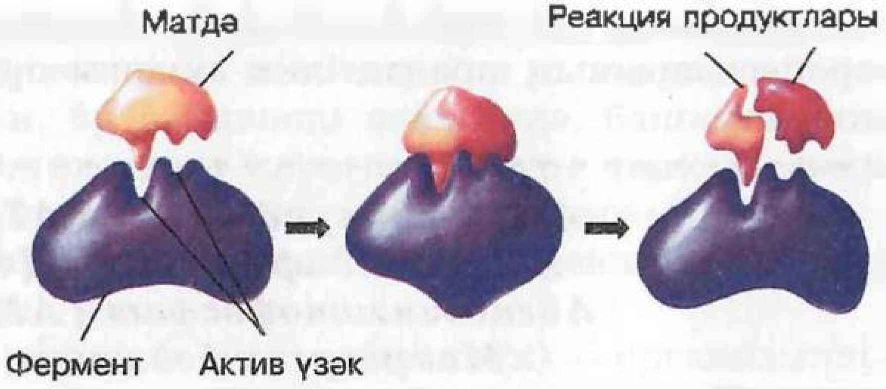
1. АТФ молекуласының төзелеше нинди?
2. АТФ нинди функция башкара?
3. Макроэргик бәйләнешләр дип нинди бәйләнешләр атала?
4. Организмга витаминнар нәрсә өчен кирәк?

1.8. Биологик катализаторлар

1. **Нинди матдәләр катализаторлар дип атала?**
2. **Химик реакцияләрдә катализаторларның роле нинди?**
3. **Ашказаны сыекчасының төп ферменты ничек атала? Ул кайсы матдәләрне һәм нинди шартларда тарката?**

Катализ дип, реакциянең гомуми нәтиҗәсе үзгәрмичә, аның тизләнеш күренеше атала. Күп химик реакцияләр узу өчен, югары температура һәм басым кирәк булуын инде сез беләсез. Шул ук вакытта, реагирлашучы катнашмага билгеле бер матдәләрне өстәгәндә, әлеге реакция нормаль шартларда һәм зур тизлек белән узарга мөмкин. Мәсәлән, металлик родий кырмыска кислотасының водород һәм углерод диоксидына таркалу реакциясен 10 000 тапкыр диярлек тизләтә. Химик реакциянең тизлеген үзгәртә, ләкин үзләре реакция составына керми торган матдәләр *катализаторлар* дип аталалар.

Тере күзәнәктә уртача температура, нормаль басым була. Андый шартларда күпчелек реакцияләр, әгәр катализатор-



14 нче рәсем.
«Фермент — матдә» комплексы барлыкка килү схемасы

лар йогынты ясамаса, я бөтенләй бармыйлар, я бик әкрен баралар.

РНКның кайбер молекулалары каталитик сәләткә ия. РНКның бу үзлеге безнең планетада тереклек барлыкка килүнең башлангыч этабында зур роль уйнаган булса кирәк. Хәзерге вакытта РНК молекулаларының катализаторлар буларак роле бик аз, күзәнәктә төп биокатализаторлар булып *ферментлар* тора.

Тере организмда барлык процесслар турыдан-туры яки читләтеп ферментлар катнашында уза. Хәзер меңләгән фермент билгеле. Бер төрле ферментларның молекулалары аксымнардан гына, икенчеләренең аксым һәм аксым булмаган кушылмадан, яки *коферменттан* тора. Коферментлар сыйфатында төрле органик кушылмалар, кагыйдә буларак, витаминнар һәм неорганик кушылмалар — төрле металл ионнары булырга мөмкин.

Ферментлар синтез процессларында да, таркалу процессларында да катнашалар. Монда ферментлар билгеле бер эзлеклелектә тәэсир итәләр, алар һәр матдә өчен специфик була һәм билгеле бер реакцияне генә тизләтә. Берничә реакциядә катализатор булып торган ферментлар да очрый. Ферментларның төрле химик матдәләргә сайлап тәэсир итүе аларның төзелешенә бәйләнгән. Фермент молекулаларының шушы реакция бара торган *актив үзәге* була. Актив үзәкнең формасы һәм химик төзелеше шундый ки, аның белән билгеле бер молекулалар гына бер-берсенә комплементар булулары аркасында бәйләнешкә керә ала.

Кайбер ферментларның билгеле бер матдә молекулалары катнашында актив үзәкнең конфигурациясе үзгәрергә мөмкин, ягъни фермент, шул рәвешле, иң югары ферментатив активлыгын тәэмин итәргә мөмкин.

Химик реакциянең соңгы этабында «фермент — матдә» комплексы ахыргы продуктлар һәм ирекле фермент барлыкка китереп таркала. Бу вакытта ферментның бушап калган актив үзәге матдәнең яңа молекулаларын кабул итәргә мөмкин (14 нче рәсем).

Ферментлар химик реакцияләрнең тизлеген меңләгән һәм миллионлаган тапкырга арттыралар. Ләкин ферментатив реакцияләрнең тизлеге күп факторларга: ферментның табигатенә һәм концентрациясенә, температурага, басымга, тирәлек реакциясенә һ. б. га бәйле. Һәр ферментның эшләве өчен, оптималь шартлар кирәк. Мәсәлән, бер төрле ферментлар нейтраль тирәлектә, икенчеләре әче яки селтеле тирәлектә актив. 60 °С тан югарырак температурада күпчелек ферментлар тәэсир итми.

Катализатор. Фермент. Кофермент. Ферментның актив үзәге.

1. Катализаторлар дип нинди матдәләр атала?
2. Күзәнәктә ферментлар нинди роль уйный?
3. Ферментатив реакцияләрнең тизлеге нинди факторларга бәйле?
4. Ни өчен югары температурада күпчелек ферментлар каталитик үзлекләрен югалта?
5. Ни өчен витаминнар җитәрлек булмау организмның тереклек эшчәнлеге процессларына үзгәрешләр кертергә мөмкин?

1.9. Вируслар

1. **Тере организмнар нинди үзлекләргә ия?**
2. **Сез нинди нуклеин кислоталарын беләсез?**
3. **Нуклеин кислоталары нинди функцияләр башкаралар?**

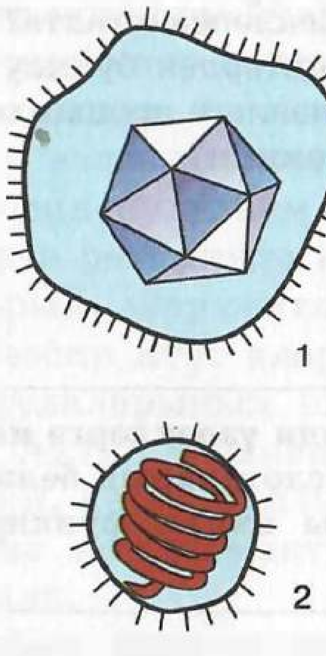
Вируслар (латинча virus — агу) — тереклекнең күзәнәксез формасы. Алар безнең планетада, тереклекнең иң гади формасы булып, терек һәм терек булмаган материя арасында торалар.

Вируслар — күзәнәк эче паразитлары, күзәнәктән тыш, алар бернинди дә тереклек үзлекләре күрсәтми. Алар тукланмый һәм энергия эшләп чыгармый, үсми, аларда матдәләр алмашы бармый. Аларның күбесе тышкы тирәлектә кристаллар формасында. Вируслар шулкадәр кечкенә, аларны бары электрон микроскобы ярдәмендә генә күрергә мөмкин (15 нче рәсем).

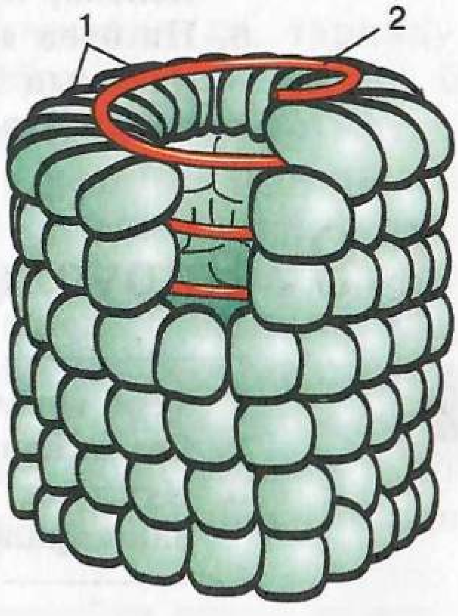
Терек булмаган материядән вируслар ике үзлек белән аерылалар: үзләренә охшаш формаларны барлыкка китерүгә (үрчүгә) сәләтлелекләре, шулай ук нәселдәнлеккә һәм үзгәрүчәнлеккә ия булулары белән.

Вирусларның төзелеше бик гади. Һәр вирус кисәкчеге *капсид* дип аталган аксым тышча эчендәге РНК яки ДНКдан тора (16 нчы рәсем).

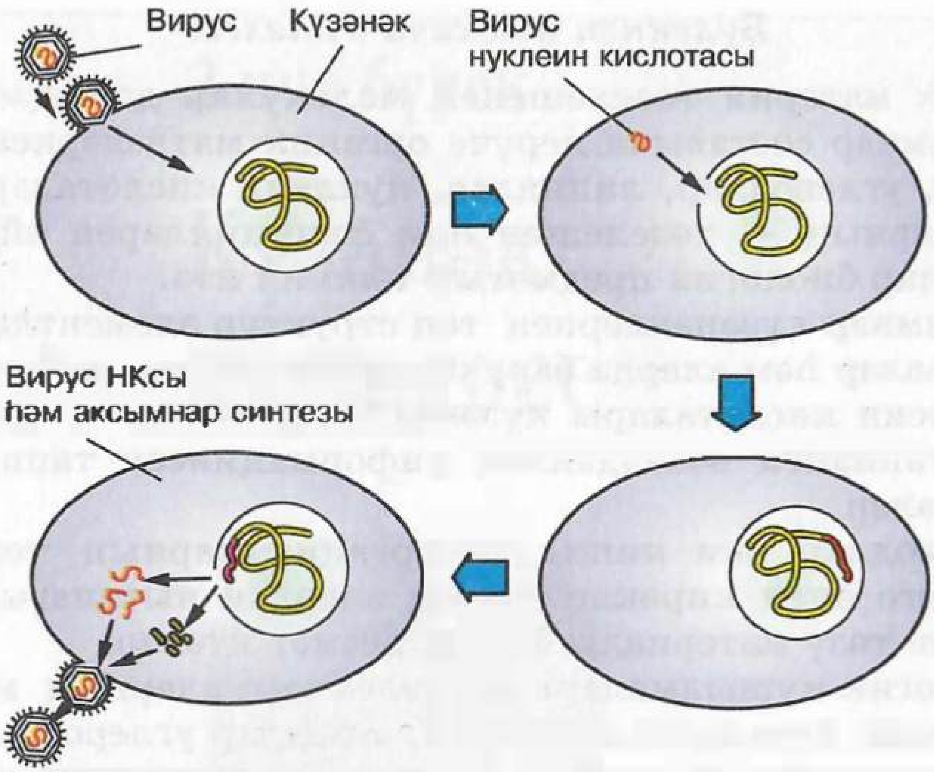
Күзәнәк эченә үтеп кергәч, вирус анда матдәләр алмашын үзгәртә, аның эшчәнлеген вирус нуклеин кислотасын һәм вирус аксымнарын җитештерүгә юнәлтә. Күзәнәк эчендә синтезланган нуклеин кислотасы һәм аксым молекулаларыннан вирус кисәкчекләре җыелу үзлегеннән бара. Күзәнәк үлгәнче, аның эчендә күп санда вирус кисәкчекләре синтезланырга өлгерә. Ахыр чиктә күзәнәк үлә, аның тышчасы шартлый һәм вируслар хуҗа-күзәнәктән чыгалар (17 нче рәсем).



15 нче рәсем. Кайбер вирусларның формасы: 1 — герпес вирусы, 2 — грипп вирусы



16 нчы рәсем. Тәмәке мозаикасы вирусы моделе: 1 — аксым тышча, 2 — РНК



17 нче рәсем. Вирусның үсеш циклы

Тере организм күзәнәкләренә үтеп кереп, вируслар күп кенә куркынычлы авыруларны китереп чыгаралар: кешедә — грипп, чәчәк авыруы, кызамык, полиомиелит, паротит (колак арты бизе шешү), котыру авыруы, СПИД һ.б.ны; үсемлекләрдә — тәмәке, томат, кыярда — мозаика авыруын, яфраклар бөтерелүен, кәрләлек һ.б.ны; хайваннарда — тилчә, чума үләте (дуңгызларда һәм кошларда), инфекцион анемияне (атларда) һ.б.ны.

Эволюция процессында вирусларның килеп чыгышы әле ачыкланмаган. Күпчелек галимнәр уйлавынча, вируслар, паразитлык итүгә җайлашу барышында, үзләренең нуклеин кислотасы һәм саклагыч аксым тышча рәвешендәге нәселдәнлек аппаратыннан тыш, алардан башка да «яшәргә мөмкин булган», бар нәрсәсен югалткан күзәнәкләр яки аларның фрагментлары булырга тиеш.

Вируслар. Капсид.

?

1. Вирусларның төзелеше нинди?
2. Нәрсәгә нигезләнеп вирусларны тере организмнарга кертәләр?
3. Вирусларны башка тере организмнардан нинди үзенчәлекләре аерып тора?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Терек материя төзелешенең молекуляр дәрәҗәсе тере организмнар составына керүче органик матдәләрнең — аксымнар, углеводлар, липидлар, нуклеин кислоталары һәм башкаларның — төзелешен һәм функцияләрен өйрәнүче молекуляр биология предметын тәшкил итә.

Аксымнар күзәнәкләрнең төп структур элементлары булып торалар һәм аларда баручы процессларны көйлиләр.

Нуклеин кислоталары күзәнәктән күзәнәккә, организмнан организмга нәселдәнлек информациясен тапшыруда катнашалар.

Углеводлар һәм липидлар организмнарның тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле мөһим энергия чыганагы, күзәнәкләрне төзү материалы булып хезмәт итәләр.

Биологик кушылмаларның үзлекләре аларның молекулаларының төзелешенә бәйле. Углеводлар углерод, водород һәм кислородтан торалар. Алар гади (моносахаридлар) һәм катлаулы (полисахаридлар) булырга мөмкин.

Липидлар — суда эремәүчән майсыман матдәләр төркеме. Күпчелек липидлар югары молекуляр май кислоталарыннан һәм өч атомлы спирттан — глицериннан торалар.

Аксымнар, яки протеиннар — биополимерлар. Аксымнарның мономерлары — аминокислоталар. Аксымнарның бөтен күптөрлелеге нибарысы 20 төрле аминокислотаның нинди тәртиптә урнашуына бәйле.

Аксым молекулалары пространствода төрле конфигурациядә булырга мөмкин: беренчел, икенчел, өченчел һәм дүртенчел структуралы. Аксым молекулаларының шундый катлаулы төзелеше бу биополимерларның күп санлы функцияләр башкаруы белән бәйләнгән. Күп аксымнар ферментлар, ягъни биокатализаторлар булып торалар.

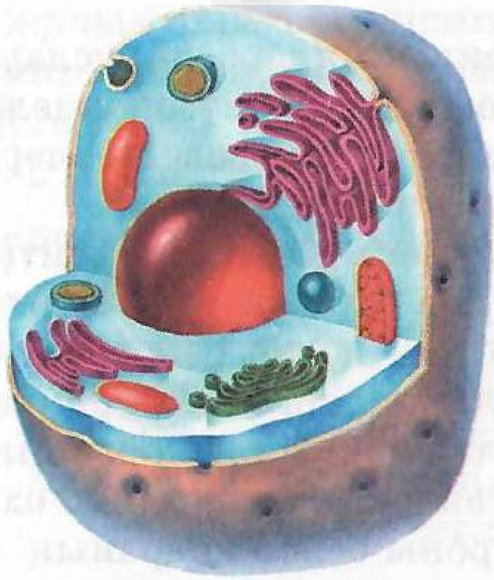
Нуклеин кислоталары — мономер-нуклеотидлардан торган биополимерлар. Һәр нуклеотидның составына азотлы нигез, углевод (рибоза яки дезоксирибоза) һәм фосфат кислотасы калдыгы керә. Ике типтагы нуклеин кислоталары була: РНК һәм ДНК.

АТФ — азотлы нигез адениннан, рибоза углеводыннан һәм өч фосфат кислотасы калдыгыннан торган нуклеотид. АТФ — күзәнәктә бара торган барлык реакцияләр өчен универсаль энергия чыганагы.

Вируслар — терек һәм терек булмаган материя арасында күчеш формасы. Алар РНК яки ДНКдан һәм аксым тышчадан торалар.

2 нче бүлек

Күзәнәк дәрәҗәсе



Бу бүлектән сез

- *Җирдәге тереклекнең элементар берәмлеге – күзәнәкнең төзелеше;*
- *күзәнәк төшенең һәм аның органоидларының функцияләре;*
- *күзәнәкнең энергияне ничек алуы;*
- *күзәнәк үзенең тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле матдәләрне ничек синтезлавы;*
- *күзәнәкнең ничек бүленүе турында*

белерсез

2.1. Күзәнәк теориясенең төп положениеләре

1. Үсемлек күзәнәкләре белән бактерияләр арасында нинди охшашлыклар һәм нинди аерымлыклар бар?
2. Җирдәге барлык организмнар да күзәнәкчел төзелешлеме?

Җирдәге барлык тереклек ияләре, вируслардан кала, күзәнәкләрдән төзелгән, һәм алар беркүзәнәклеләр (бактерияләр, кайбер суүсемнәр, иң гади төзелешлеләр) яки күпкүзәнәклеләр булырга мөмкин.

Күзәнәк — Җирдәге тереклекнең элементар берәмлеге. Ул тере организмнарга хас барлык үзлекләргә ия: үсә, үрчи, әйләнә-тирәлек белән матдәләр һәм энергия алмашына керә, тышкы тынычсызлагычларга җавап бирә. Хайваннар, үсемлекләр һәм гөмбәләрнең төрле органнарын төзегән күзәнәкләр тышкы яктан бер-берсенә бик охшамаганнар. Мәсәлән, безнең ми нейроны белән гидраның чаккыч күзәнәге яисә инфузория башмакчык белән каен яфрагы күзәнәге арасында нинди охшашлык булырга мөмкин? Ләкин шуңа карамастан болар һәм барлык башка күзәнәкләр арасында аермаларга караганда охшашлык күбрәк.

Тереклек ияләрен өйрәнү өчен, күп галимнәр микроскоптан файдалансалар да, XVII—XVIII гасырларда техника әле бик үк камил булмаган. Бары XIX гасыр башында гына Р. Броун яфрак күзәнәкләре эчендә тыгыз ясалгы күрә һәм аны *төш* дип атый. XIX гасыр уртасына немец галимнәре Т. Шванн һәм М. Шлейден, күп тикшеренүчеләр тарафыннан табылган мәгълүматларны гомумиләштереп, хәзерге заман биологиясендәге төп теорияләрнең берсе булган *күзәнәк теориясен* тәгъбир итәләр. Аның төп положениеләре нинди соң?

1. Беркүзәнәклеләрдән алып эре үсемлек һәм хайван организмнарына кадәр барлык тереклек ияләре күзәнәкләрдән тора.

2. Барлык күзәнәкләр үзләренең төзелеше, химик составы һәм тереклек функцияләре буенча охшаш.

3. Күп күзәнәкле организмнарда аерым күзәнәкләр нинди дә булса бер «эшне» башкаруга специальләшсәләр дә, алар мөстәкыйль тереклек итәргә сәләтле, ягъни туклана, үсә, үрчи алалар.

М. Шлейден һәм Т. Шванн күзәнәкләр сыеклыкта яки карт күзәнәкләр эчендә күпләп үзләреннән-үзләре барлыкка килергә мөмкин дигән ялгыш фикердә булалар. Ләкин немец биологы Р. Вирхов күзәнәкләрнең бүленергә сәләтле булуын дәлилли һәм күзәнәк теориясенә түбәндәге өстәмәне тәкъдим итә:

4. Барлык күзәнәкләр күзәнәкләрдән барлыкка киләләр. Шулай итеп, барлык тере организмнарның төзелеше, үсеше һәм үрчүе нигезендә яткан күзәнәк — тереклекнең элементар берәмлеге ул.

Микроскоп. Күзәнәк теориясе. Төш.

?

1. Күзәнәк теориясен кем эшләгән?
2. Күзәнәкне ни өчен күзәнәк дип атаганнар?
3. Тере организмнарның барлык күзәнәкләрен нинди үзлекләр берләштерә?

2.2. Күзәнәкләр турында гомуми мәгълүматлар. Күзәнәк мембранасы

1. Хайван һәм үсемлек күзәнәкләренең тышчасы нәрсә белән аерыла?
2. Гөмбә күзәнәге нәрсә белән капланган?

Күзәнәкләрнең, кечкенә булуларына карамастан, төзелеше катлаулы. Аларда туклыклы матдәләр һәм энергия куллану, матдәләр алмашы продуктларын бүлеп чыгару, үрчү өчен кирәкле структуралар була. Күзәнәкнең тереклек эшчәнлегенең барлык бу яклары бер-берсе белән тыгыз бәйләнгән булырга тиеш.

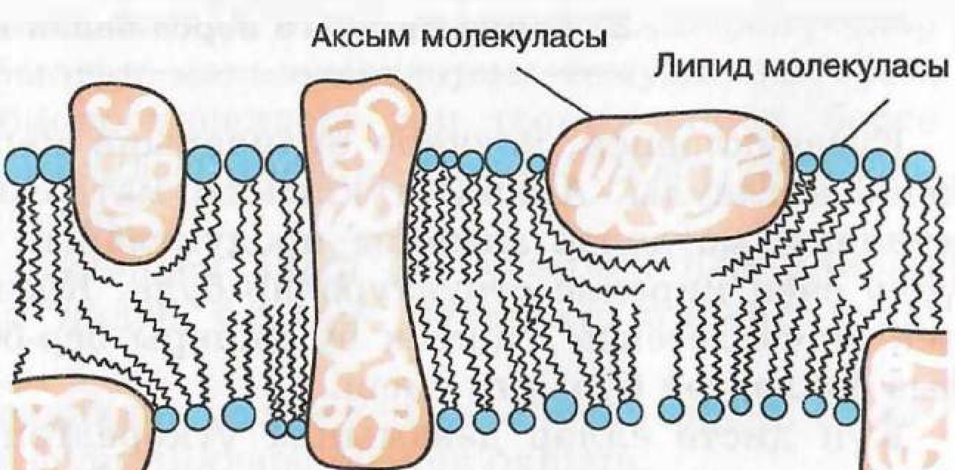
Күп дистә еллар дәвамында үткәрелгән һәм хәзер дә дәвам иткән тикшеренүләр күзәнәк төзелешен шактый

тулы күзалларга мөмкинлек бирә. Без күзәнәкнең аерым функцияләрен аның эчендәге күп санлы бик вак төрле ясалгыларга бәйләп аңлата алабыз.

Күзәнәкнең эчке ярымсыек өлеше *цитоплазма* дип атала. Күпчелек күзәнәкләрнең цитоплазмасында күзәнәкнең тереклек эшчәнлеген үзара яраштыручы *төш* һәм төрле фунцияләр башкаручы күп санлы *органоидлар* урнашкан.

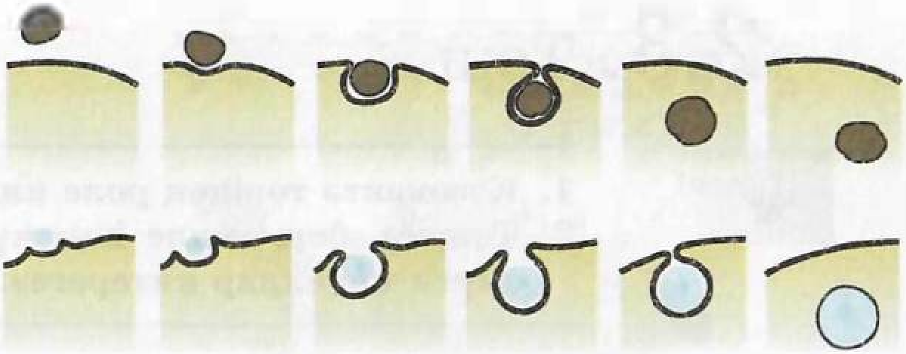
Күзәнәк бердәм система булсын өчен, аның барлык өлешләре — цитоплазма, төш, органоидлар — бергә булырга тиеш. Моның өчен эволюция процессында *күзәнәк мембранасы* үсеш алган, ул һәр күзәнәкне әйләндереп алып, аны тышкы тирәлектән аерып тора. Тышкы мембрана күзәнәкнең эчке өлешләрен — цитоплазмасын һәм төшен — зарарланудан саклый, күзәнәкнең формасын даими тота, күзәнәкләрнең үзара бер-берсе белән бәйләнешен тәэмин итә, кирәкле матдәләрне, сайлап, күзәнәк эченә үткәрә һәм күзәнәктән матдәләр алмашы продуктларын чыгара.

Мембрананың төзелеше барлык күзәнәкләрдә бертөрле. Аның калынлыгы якынча 8 нм (1 нм = 10^{-9} м), шуңа күрә мембрананы яктылык микроскобында күреп булмый. Электрон микроскобы ярдәмендә табылган мәгълүматлар нигезендә мембрананың ике кат липид молекулаларыннан торуы ачыкланды (18 нче рәсем), ә анда күп санлы аксым молекулалары урнашкан. Кайбер аксымнар липид катлавы өслегендә урнаша, кайберләре липидларның ике катлавын үтеп чыга. Махсус аксымнар бик нечкә каналлар ясыйлар, алар аша күзәнәк эченә яки аннан калий, натрий, кальций ионнары һәм кечкенә диаметрлы башка ионнар үтә. Ләкин эрерәк кисәкчекләр мембрана каналлары аша уза алмый. Азык матдәсе молекулалары — аксымнар, углеводлар, липидлар — күзәнәккә фагоцитоз яки пиноцитоз ярдәмендә эләгәләр.



18 нче рәсем. Күзәнәк мембранасының төзелеше

19 нчы рәсем. Фагоцитоз (*А*) һәм пиноцитоз (*Б*) процессларын схемада сурәтләү



Азык кисәкчеге күзәнәкнең тышкы мембранасына орынып торган урын эчкә батып керә, ә кисәкчек, мембрана белән әйләндереп алынып, күзәнәк эченә керә. Бу күренеш *фагоцитоз* дип атала (19 нчы рәсем, *А*). Барлыкка килгән куык эченә ашкайнату ферментлары үтеп керә, һәм *ашкайнату вакуоле* ясала. Иң гади төзелешлеләр фагоцитоз юлы белән тукланалар. Күп күзәнәкле организмнар канының кайбер лейкоцитлары — амёба рәвешендәге шактый эре күзәнәкләр, кан һәм лимфада хәрәкәтләнеп, чит бактерияләрне эләктереп эшкәртергә шулай ук сәләтле. Аларны *фагоцитлар* дип атыйлар.

Үсемлек күзәнәкләренең тышкы күзәнәк мембранасы өстән тыгыз клетчатка катламы белән капланган, алар фагоцитоз ярдәмендә матдәләрне эләктерә алмыйлар.

Пиноцитоз фагоцитоздан тышкы мембрана батынкылыгына каты кисәкчекләр урынына үзендә эрегән матдәләр белән сыеклык тамчылары үтеп керүе белән аерыла (19 нчы рәсем, *Б*). Бу — күзәнәккә матдәләр үтеп керү механизмнарының берсе.

Цитоплазма. Төш. Органоидлар. Мембрана. Фагоцитоз. Пиноцитоз.

?

1. Күзәнәкнең тышкы мембранасы нинди функцияләрне үти?
2. Күзәнәк эченә төрле матдәләр нинди ысуллар белән үтеп керергә мөмкин?
3. Пиноцитоз фагоцитоздан нәрсәсе белән аерыла?
4. Ни өчен үсемлек күзәнәкләрендә фагоцитоз булмый?

2.3. Төш

1. **Күзәнәктә төшнең роле нинди?**
2. **Төшсез, бер төшле һәм күп төшле күзәнәкләргә мисаллар китерегез.**

Күзәнәк төше — күзәнәкнең иң әһәмиятле өлеше. Ул барлык диярлек күп күзәнәкле организмнарда бар. Чыгарма булып кешедә кызыл кан тәнчекләре — эритроцитлар тора, алар төшсез. Җирдәге иң борынгы тереклек ияләренең — бактерияләрнең дә төшләре юк, шуңа күрә аларны *прокариотлар* (латинча pro — алда, элегрәк һәм грекча karyon — төш) дип атыйлар. Башка барлык организмнарның — гөмбәләр, үсемлекләр, хайваннарның — күзәнәкләрендә яхшы формалашкан төш була, шуңа күрә аларны *эукариотлар* (грекча eu — яхшы, тулысынча) дип атыйлар.

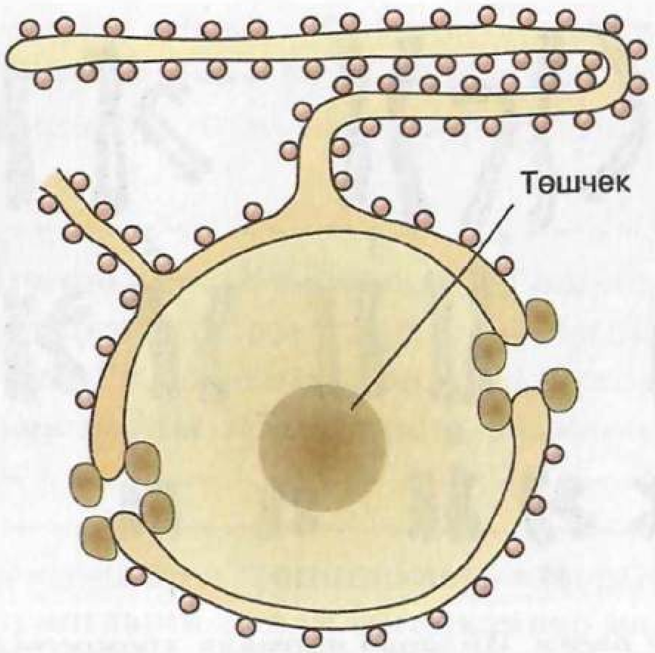
Күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге өчен төшнең булуы ни өчен бик мөһим соң? Күзәнәк төшендә ДНК — нәселдәнлек матдәсе була. Анда күзәнәкнең барлык үзлекләре теркәлгән, шуңа күрә төш ике бик мөһим функцияне тормышка ашыру өчен кирәк. Беренчедән, күзәнәк бүленгәндә, бу вакытта элгәрләренә охшаш яңа күзәнәкләр барлыкка килә. Икенчедән, күзәнәктә аксым синтезы, матдәләр һәм энергия алмашы барганда, төш аның барлык процессларын көйли.

Күзәнәк төше, гадәттә, шар яки оваль формасында була. Күзәнәкләрдә еш рак бер генә төш була, чыгармалар да бар. Мәсәлән, инфузория-башмакчыкның төше ике, ә аркылыбуй мускул җепселләрендә алар бик күп.

Цитоплазмадан төш ике кат мембраналы тышча белән аерылып тора (20 нче рәсем). Эчке мембрана шома, ә тышкысында күп санлы чыгынтылар күренә. Күзәнәк тышчасының гомуми калынлыгы 30 нм га якын. Төш тышчасында күп санлы тишемнәр була, алар аша цитоплазмадан төшкә төрле матдәләр үтеп керә, һәм киресенчә.

Төш эче *кариоплазма,* яки *төш сыекчасы* белән тулган. Төш сыекчасында хроматин һәм төшчекләр урнашкан.

Хроматин ДНК җепләреннән гыйбарәт. Әгәр күзәнәк бүленә башласа, хроматин җепләре үзенә бертөрле аксымнарга, кәтүккә җеп уралган кебек, спираль рәвешендә тыгыз

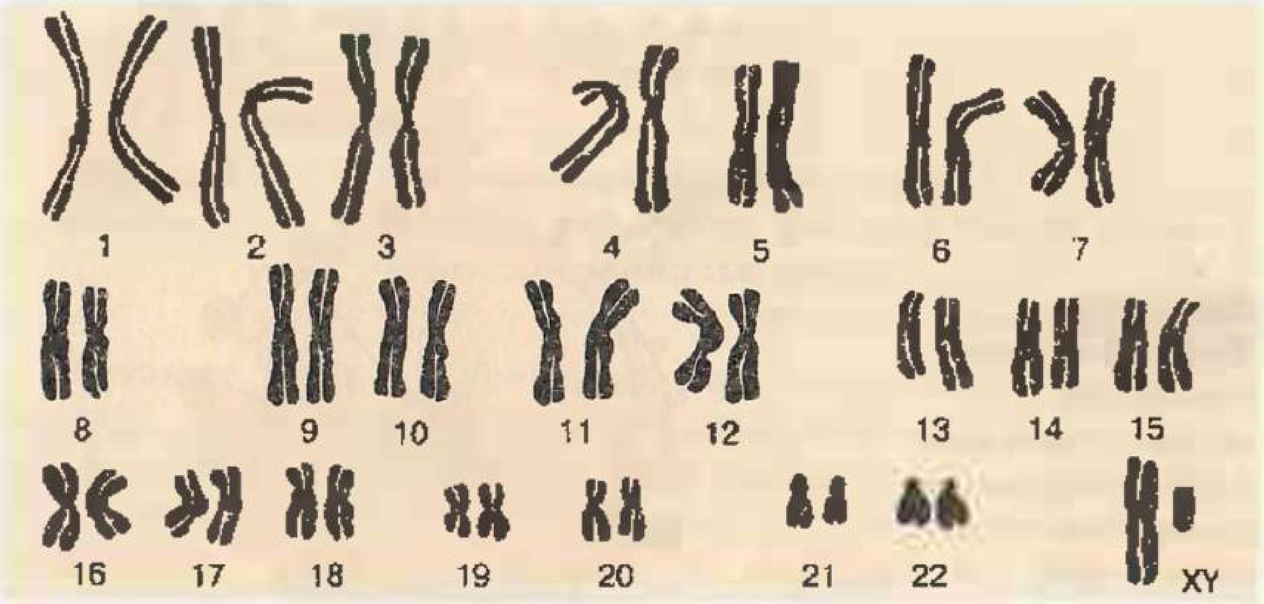


20 нче рәсем. **Күзәнәк төшенең төзелешен, аның цитоплазма һәм эндоплазматик челтәр белән бәйләнешен күрсәткән схема**

итеп урала. Мондый тыгыз ясалгылар микроскоптан яхшы күренә, алар *хромосомалар* дип атала. Әгәр микроскоптан күзәнәкне бүленүләре арасында карасаң, хромосомаларның бик нечкә ДНК җепләренә сүтелгән булуын күрергә мөмкин. Моның асылы шунда: геннар — ДНКның нинди дә булса аксым структурасы теркәлгән участогы — сүтелгән спираль рәвешендә генә үз функциясен башкара ала. Шулай итеп, микроскопта караганда күзәнәкнең нинди хәлдә булуына бәйле рәвештә, хроматин хромосомалар рәвешен яки сүтелгән бик нечкә җепләр рәвешен алачак.

Күзәнәкнең хромосомалар җыелмасы. Теге яки бу төргә кергән организмнарның күзәнәкләрендәге хромосомалар җыелмасы *кариотип* дип атала. Бүленү алдыннан, күзәнәк хромосомалары спиральләшәләр һәм яктылык микроскобында яхшы күренә башлыйлар. Аларны караганда, тере организмнарның төрле төрләрендә хромосомалар саны төрлечә булуы ачыклана. Хайваннар яки үсемлекләрнең ике төренең күзәнәкләрендә хромосомалар саны бер үк булса да, зурлыклары, формасы, центромераның урнашкан урыны төрле була, ягъни кариотип һәрвакыт кабатланмас.

Теләсә нинди күп күзәнәкле организмның органнарын һәм тукымаларын төзегән күзәнәкләр *соматик күзәнәкләр* дип атала. Соматик күзәнәкләрнең төшендә *хромосомалар җыелмасы,* кагыйдә буларак, *диплоидлы* (икеле), ягъни һәр төрдән икешәр хромосома (21 нче рәсем). Һәрбер күзәнәккә хромосомаларның яртысы ана күкәй күзәнәгеннән һәм нәкъ шундый хромосомалар ата сперматозоидыннан бирелә. Пар, ягъни абсолют бертөрле хромосомалар



21 нче рәсем. Ирләрдә нормаль хромосомалар җыелмасы

(берсе — анадан, икенчесе — атадан) *гомологик хромосомалар* дип атала. Җенес хромосомалары чыгарма булып тора: *X* — анадан күчкән хромосома һәм икенең берсе — *X* яки *Y* — атадан күчкән. Нинди дә булса организм күзәнәкләренең төшендәге хромосомалар саны, ничек кенә гаҗәп булмасын, аның катлаулылык дәрәҗәсен билгеләми. Әйтик, мәсәлән, аскарида күзәнәкләрендә диплоидлы җыелма — 2 хромосома, җимеш чебене дрозофиланың — 8, яшел гөберле баканың — 26, төче су гидрасының — 32, кешенең — 46, этнең — 78, елга кысласының — 118, миноганың — 174. Гөберле баканың төзелеше гидра белән чагыштырганда, ә кешенең эт яки минога белән чагыштырганда гадирәк булмавы һәркемгә ачык.

Хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы — шул төрнең күзәнәкләрендә төрле зурлыктагы һәм формадагы хромосомаларның җыелмасы, ләкин һәр хромосомасы икешәрле диплоидлы җыелмадан аермалы буларак, монда һәр хромосома берәр. Җенес күзәнәкләренең *(гаметаларның)* төшләрендә гаплоидлы җыелма. Әгәр кешенең диплоидлы җыелмасы 46 хромосома булса, гаплоидлысы — 23.

Күзәнәк циклының интерфазасында һәр хромосома икеләтә арта һәм ике хроматидадан тора. Шуның белән бергә, кешенең соматик күзәнәкләрендә 46 хромосомага парлап тоташкан 92 хроматида булачак.

Төшчек төш сыекчасында урнашкан тыгыз түгәрәк җисемнән гыйбарәт. Төшчекләр төш ДНКсының билгеле бер участоклары белән бәйләнгән. Төшчекләрнең функциясе — РНК һәм аксымнар синтезы, алардан үзенә бертөрле

органоидлар — рибосомалар ясала. Күзәнәк төшендә, гадәттә, бердән җидегә кадәр төшчек була. Алар күзәнәк бүленүләре арасында күренәләр, ә күзәнәкләр бүленгән вакытта җимереләләр.

Прокариотлар. Эукариотлар. Хроматин. Төшчекләр. Хромосомалар. Кариотип. Соматик күзәнәкләр. Диплоидлы җыелма. Гомологик хромосомалар. Хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы. Гаметалар.

?

1. Күзәнәк төшенең функцияләре нинди?
2. Прокариотларга нинди организмнар керә?
3. Төш тышчасының төзелеше нинди?
4. Хроматин нәрсәдән гыйбарәт?
5. Төшчекләрнең функцияләре нинди?
6. Хромосома нәрсәдән тора?
7. Бактерияләрнең хромосомалары кайда урнашкан?
8. Нәрсә ул кариотип?
9. Соматик күзәнәкләрдә хромосомалар җыелмасы ничек атала?
10. Гаметаларда хромосомалар җыелмасы нинди?
11. Кысла күзәнәкләрендә хромосомаларның диплоидлы җыелмасы 118 булса, гаплоидлы җыелмасы нинди булыр?
12. Диплоидлы җыелмада хромосомалар так санда булырга мөмкинме?

2.4. Эндоплазматик челтәр. Рибосомалар. Гольджи комплексы

1. **Аксымнар күзәнәктә нинди функцияләр башкара?**
2. **Аксым молекулаларының төзелеше нинди?**

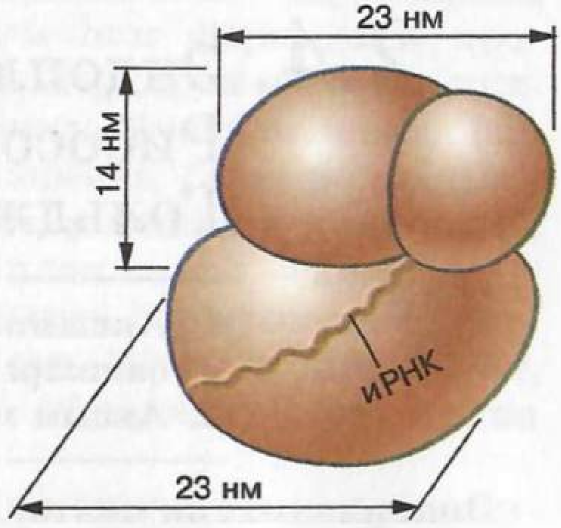
Эндоплазматик челтәр. Бөтен цитоплазма күп санлы каналлар белән челтәрләнгән, аларның стенкалары, күзәнәкнең тышкы тышчасыныкы кебек, мембранадан тора (22 нче рәсем). Бу каналлар тармакланырга, берсе икенчесе белән

тоташырга мөмкин, һәм нәтиҗәдә күзәнәкнең *эндоплазматик челтәр* (ЭПЧ) дип аталган бердәм транспорт системасы барлыкка килә. Эндоплазматик челтәр каналлары шулкадәр күп була, хәтта алар күзәнәкнең эчке күләменең 50 % ка кадәрен алып торырга мөмкин. Эндоплазматик челтәр каналларының иңе төрлечә була, ләкин аның уртача зурлыгы 50 нм. Микроскоптан зурайтып караганда, челтәр мембранасының бер өлеше рибосомалар белән капланган булуы күренә. Моны грануляр (бөртекле) эндоплазматик челтәр дип атыйлар. Грануляр эндоплазматик челтәрнең төп функциясе — рибосомаларда аксым синтезлау. Каналларның бу төре аеруча биз күзәнәкләрендә күп, монда гормональ аксымнар синтезлана. Эндоплазматик челтәрнең икенче өлеше рибосомалар белән капланмаган, һәм бу өлеше *шома* була. Шома эндоплазматик челтәр, мөгаен, башлыча транспорт функциясен башкара. Каналларның бу төре кешенең талак һәм лимфа төеннәре күзәнәкләрендә еш очрый.

Шулай итеп, эндоплазматик челтәр, беренчедән, күзәнәкнең транспорт системасы булып торса, икенчедән, анда кайвакыт күзәнәкнең үзенә генә яисә күпләгән күзәнәкләргә кирәкле матдәләр синтезлана.

Рибосомалар — диаметры 10—30 нм лы, зур булмаган шарсыман органоидлар. Алар рибонуклеин кислоталарыннан һәм аксымнардан барлыкка килә. Һәр рибосома берничә өлештән тора (23 нче рәсем). Рибосомалар төшнең төшчекләрендә ясалалар, аннан цитоплазмага чыгалар һәм үз функциясен — аксымнар синтезын үти башлыйлар. Цитоплазмада рибосомалар ешрак грануляр эндоплазматик

22 нче рәсем. Гранулалы эндоплазматик челтәрнең электрон микрофоторәсеме



23 нче рәсем. Эукариотик күзәнәк рибосомасының төзелеше

24 нче рәсем. **Гольджи аппараты төзелешенең схемасы һәм микрофоторәсеме**

челтәрдә урнашалар. Сирәгрәк алар күзәнәк цитоплазмасында челтәргә берекмәгән хәлдә ирекле булалар.

Гольджи комплексы. Күзәнәктә барлыкка килгән аксымнар, майлар һәм углеводлар һәрвакыт шунда ук файдаланылмый, һәм аларны кайдадыр сакларга кирәк була. Шуңа күрә бу матдәләрнең шактый өлеше ЭПЧ каналлары буенча цитоплазмадан мембрана белән чикләнгән куышлыкларга эләгә. Бу катлы-катлы өелгән «цистерналар» *Гольджи аппараты,* яки *комплексы* дип атала (24 нче рәсем). Монда күзәнәкнең үзенә кирәкле матдәләре, мәсәлән ашкайнату ферментлары, мембрана куыкчыклары булып җыела һәм аннары, аерылып, цитоплазмага тарала. Күзәнәкнең бөтен организм өчен синтезлаган матдәләре дә Гольджи комплексында туплана һәм аннан бүленеп чыга. Гольджи аппараты цистерналары ешрак күзәнәкнең төше янында урнаша. Үсемлек күзәнәкләрендә бу структурада күзәнәк тышчасы өчен клетчатка синтезлануы мөмкин.

Эндоплазматик челтәр. Рибосомалар. Гольджи комплексы.

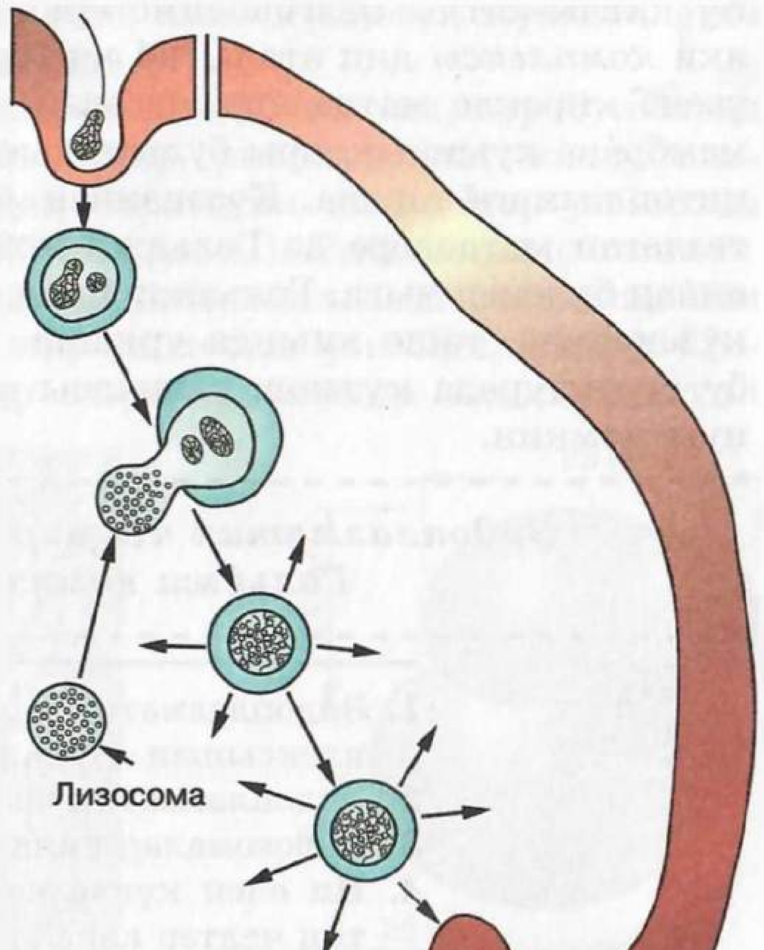
?

1. Эндоплазматик челтәрнең һәм Гольджи комплексының стеналары нәрсәдән тора?
2. Эндоплазматик челтәр функцияләрен атагыз.
3. Рибосомалар нинди функция башкаралар?
4. Ни өчен күпчелек рибосомалар эндоплазматик челтәр каналларында урнашканнар?
5. Ни өчен Гольджи аппараты күзәнәк төше янындарак урнаша?
6. Ни өчен эритроцитларда Гольджи аппараты булмый?

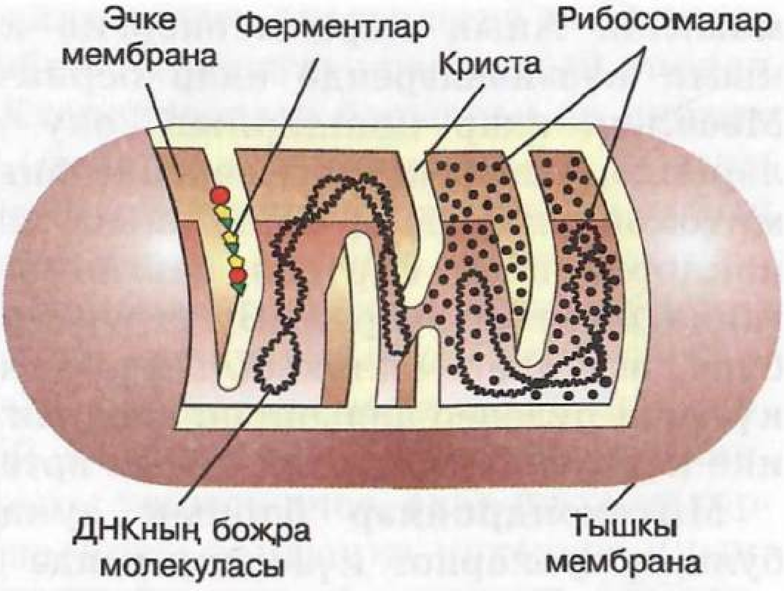
2.5. Лизосомалар. Митохондрияләр. Пластидалар

1. АТФның төзелеше һәм функцияләре нинди?
2. Сез пластидаларның нинди төрләрен беләсез?

Лизосомалар. Күзәнәккә фагоцитоз яки пиноцитоз юлы белән төрле туклыклы матдәләр кергәнгә, аларны эшкәртергә кирәк була. Бу вакытта аксымнар аерым аминокислоталарга, полисахаридлар глюкоза яки фруктоза молекулаларына, липидлар глицерин һәм май кислоталарына кадәр таркалырга тиеш. Күзәнәк эчендә кайнатылу узсын өчен, фагоцитоз яки пиноцитоз куыкчыгы лизосома белән кушылырга тиеш (25 нче рәсем). *Лизосома* — диаметры нибары 0,5—1,0 мкм булган кечкенә куыкчык, аның



25 нче рәсем.
Күзәнәк эчендә лизосома ярдәмендә азык кисәкчегенең кайнатылу схемасы



26 нчы рәсем. **Митохондрия төзелешенең схемасы**

эчендә азык матдәләрен таркатырга сәләтле ферментлар җыелмасы була.

Бер лизосомада 30—50 төрле фермент булырга мөмкин. Лизосомалар бу ферментларның тәэсиренә чыдамлы мембрана белән әйләндереп алынган. Лизосомалар Гольджи комплексында формалашалар. Нәкъ менә бу структурада синтезланган ашкайнату ферментлары туплана, ә аннан Гольджи комплексының «цистерна»ларыннан цитоплазмага вак кына куыкчыклар — лизосомалар китә. Кайчак лизосомалар күзәнәкнең үзен дә таркатырга мөмкин. Мәсәлән, чукмарбаш бакага әверелгәндә, лизосомалар аның койрыгының барлык күзәнәкләрен әкренләп кайната. Шулай итеп, туклыклы матдәләр югалмыйлар, ә баканың яңа органнары формалашуына тотыла.

Митохондрияләр. Цитоплазмада шулай ук күзәнәкнең энергетик органоидлары — *митохондрияләр* урнашкан (26 нчы рәсем). Аларның формасы төрлечә: оваль, түгәрәк, таякчыксыман булырга мөмкин. Диаметрлары 1 мкм га якын, озынлыгы 7—10 мкм га кадәр. Митохондрияләр ике мембрана белән капланган: тышкы мембранасы шома, ә эчкесенең күп санлы җыерчыклары һәм чыгынтылары — *кристалары* бар. Кристалар мембранасына күзәнәк йоткан туклыклы матдәләр энергиясе исәбенә аденозинтрифосфат (АТФ) молекулаларын синтезлаучы ферментлар урнашкан. АТФ — күзәнәктә бара торган барлык процесслар өчен универсаль энергия чыганагы.

Төрле тереклек ияләре һәм тукымаларның күзәнәкләрендә митохондрияләр саны бертөрле түгел. Мәсәлән, сперматозоидларда нибары бер митохондрия булырга

мөмкин. Аның каравы энергия күп тотыла торган тукыма күзәнәкләрендә алар берничә меңгә кадәр җитә. Мәсәлән, алар кошларның очу мускуллары күзәнәкләрендә, бавыр күзәнәкләрендә бик күп була. Күзәнәктә митохондрияләрнең саны аның яшенә бәйле: яшь күзәнәкләрдә алар картаеп барган күзәнәкләрдәгегә караганда шактый күбрәк. Бу структураларның үз ДНКлары була, һәм алар мөстәкыйль үрчи алалар. Шулай, мәсәлән, күзәнәк бүленер алдыннан, анда митохондрияләрнең саны ике күзәнәккә җитәрлек булып арта.

Митохондрияләр барлык эукариот күзәнәкләрендә була, ә прокариот күзәнәкләрендә булмый. Бу факт, шулай ук митохондрияләрдә ДНК булу галимнәргә митохондрияләрнең элгәреләре, кайчандыр бактерияләрне хәтерләткән, ирекле яши торган тереклек ияләре булуы турындагы гипотезаны тәкъдим итәргә мөмкинлек биргән. Вакыт узу белән, алар, башка организм күзәнәкләренә үтеп кереп, ихтимал, аларда паразитлык иткәннәрдер. Ә аннан соң күп миллион еллар дәвамында бер генә эукариотик күзәнәк тә аннан башка яши алмый торган мөһим органоидларга әверелгәннәр.

Пластидалар — үсемлек күзәнәкләре органоидлары. Төсенә бәйле рәвештә пластидаларны лейкопластлар, хлоропластлар һәм хромопластларга бүләләр. Митохондрияләр кебек, аларның да төзелеше ике мембраналы (27 нче рәсем).

Лейкопластлар төссез һәм үсемлекләрнең яктылык төшми торган өлешләрендә, мәсәлән, бәрәңге бүлбеләрендә булалар. Аларда крахмал туплана. Яктыда лейкопластларда яшел пигмент — хлорофилл барлыкка килә, шуңа күрә бәрәңге бүлбеләре яшелләнә.

Яшел пластидаларның — *хлоропластларның* — төп функциясе — фотосинтез, ягъни кояш яктысы энергиясен

27 нче рәсем. Хлоропласт төзелешенең схемасы

АТФ ның макроэргик бәйләнешләр энергиясенә әверелдерү һәм шушы энергия исәбенә һавадагы углекислый газдан углеводлар синтезлау. Хлоропластлар барыннан да күбрәк яфрак күзәнәкләрендә була. Хлоропластлар 5—10 мкм зурлыкта. Формасы буенча алар линзаны яки регби тубын хәтерләтә. Тышкы шома мембрана астында җыерчыклы эчке мембрана урнашкан. Мембрана җыерчыклары арасында эчке мембрана белән бәйләнгән куыкчыклар өемнәре бар. Шундый куыкчыкларның һәр аерым өеме *грана* дип атала. Бер хлоропластта 50 гә якын грана булырга мөмкин. Һәрберсенә кояш яктылыгы төшсен өчен, алар шахмат тәртибендә урнашкан. Граналарны барлыкка китерүче куыкчыкларның мембранасында яктылык энергиясен АТФ химик энергиясенә әверелдерү өчен кирәкле хлорофилл була. Хлоропластларда граналар арасында АТФ энергиясе исәбенә углеводлар синтезлана. Үсемлек яфрагының бер күзәнәгендә, гадәттә, 20 дән 100 гә кадәр хлоропласт була.

Хромопластларда кызыл, кызгылт-сары, шәмәхә, сары төс пигментлары була. Бу пластидалар чәчәкләрнең таҗ яфракчыклары һәм җимешләрнең тышчалары күзәнәкләрендә аеруча күп.

Митохондрияләр кебек, пластидаларның да үз ДНК молекулалары бар. Шуңа күрә алар да, күзәнәк бүленүенә бәйсез рәвештә, мөстәкыйль үрчүгә сәләтле.

Лизосомалар. Митохондрияләр. Кристалар. Пластидалар: лейкопластлар, хлоропластлар, хромопластлар. Граналар.

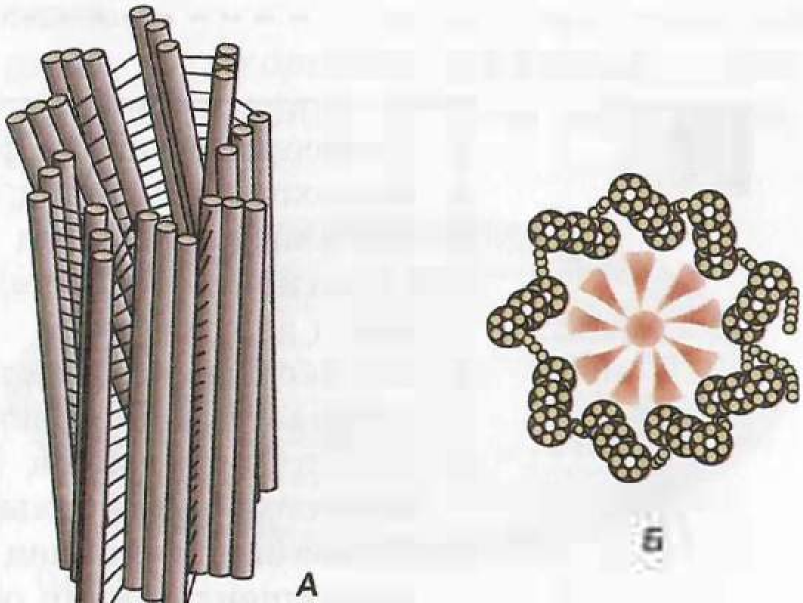
?

1. Лизосомалар кайда формалаша?
2. Митохондрияләрнең функцияләре нинди?
3. Сез пластидаларның нинди төрләрен беләсез?
4. Пластиданың һәр төре башкаларыннан нәрсә белән аерыла?
5. Ни өчен граналар хлоропластта шахмат тәртибендә урнашканнар?
6. Әгәр күзәнәкләрнең берсендә лизосома кинәт таркалса, нәрсә булыр?
7. Митохондрияләрнең һәм пластидаларның төзелешендә нинди охшашлык бар?

2.6. Күзәнәк үзәге. Хәрәкәт органоидлары. Күзәнәк тупланмалары

1. Күзәнәкләр хәрәкәтләнүенең нинди ысуллары сезгә билгеле?
2. Күзәнәктә туклыклы матдәләр нинди хәлдә саклана?

Күзәнәк үзәге барлык күзәнәкләрнең цитоплазмасында төш янында урнашкан. Ул күзәнәкнең эчке скелеты — *цитоскелет* — формалашуда мөһим роль уйный. Күзәнәк үзәге өлкәсеннән күп санлы *микрокөпшәләр* китә. Алар күзәнәкнең формасын саклый һәм, органоидларның цитоплазма буйлап хәрәкәтләнүе өчен, үзенә бертөрле рельслар ролен башкара. Хайваннарда һәм түбән төзелешле үсемлекләрдә күзәнәк үзәге ике *центриольдән* ясалган (28 нче рәсем). Һәр центриоль — озынлыгы якынча 0,3 мкм һәм диаметры 0,1 мкм булган, бик нечкә микрокөпшәләрдән ясалган кечкенә цилиндр. Микрокөпшәләр центриольләр тирәсендә өчәрләп (триплетлар булып) урнашкан, ә тагын ике микрокөпшә ике центриольнең һәрберсенең күчәре буйлап яткан. Центриольләр цитоплазмада бер-берсенә туры почмак ясап урнашкан. Күзәнәк үзәге, күзәнәк бүленгәндә, бик зур роль уйный: центриольләр бүленә торган күзәнәкнең полюсларына аерылып киткәндә, *бүлену*



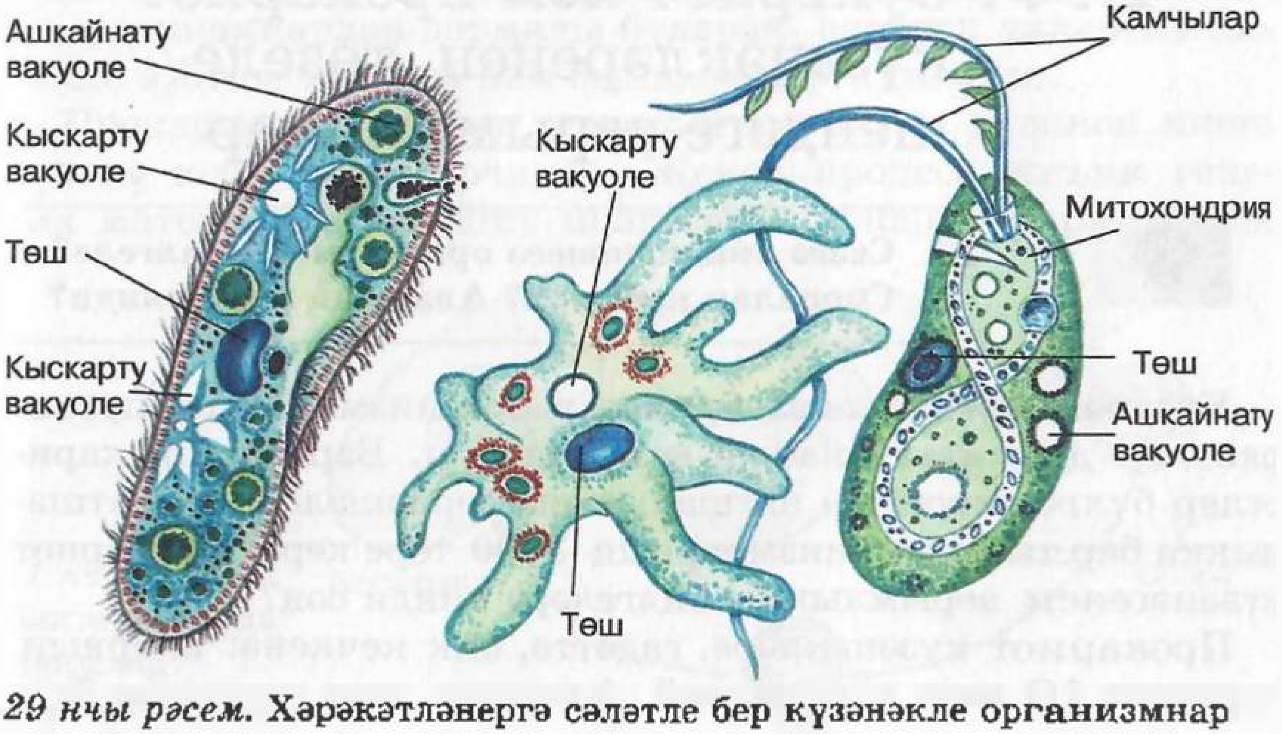
28 нче рәсем. Центриоль төзелешенең схемасы (*А*) һәм электрон микрофоторәсеме (*Б*)

орчыгы ясала. Югары төзелешле үсемлекләрдә күзәнәк үзәге башкача төзелгән һәм аның центриольләре булмый.

Хәрәкәт органоидлары. Күп күзәнәкләр, мәсәлән инфузория-башмакчык, яшел эвглена, амёба хәрәкәтләнергә сәләтле (29 нчы рәсем). Бу организмнарның кайберләре махсус хәрәкәт органоидлары — *керфекчекләр* һәм *камчылар* — ярдәмендә хәрәкәтләнәләр.

Камчылар чагыштырмача озын, мәсәлән имезүчеләрнең сперматозоидлары 100 мкм га җитә. Керфекчекләр шактый кыскарак — 10—15 мкм га якын. Ләкин керфекчекләр һәм камчыларның эчке төзелеше охшаш: алар, күзәнәк үзәгенең центриольләре кебек, микрокөпшәләрдән ясалган. Камчылар һәм керфекчекләрнең хәрәкәте микрокөпшәләрнең бер-берсенә карата шуышуыннан килеп чыга, нәтиҗәдә бу органоидлар бөгеләләр. Һәр керфекчек яки камчы төбендә *базаль тәнчек* ята, ул аларны күзәнәк цитоплазмасында ныгыта. Камчылар һәм керфекчекләр эшенә АТФ энергиясе тотыла.

Хәрәкәт органоидлары еш кына күп күзәнәкле организмнарның күзәнәкләрендә дә очрый. Мәсәлән, кеше бронхларының эпителие күп санлы (1 $см^2$ га 10^9 нә якын) керфекчекләр белән капланган. Һәр эпителиаль күзәнәкнең барлык керфекчекләре, микроскоптан караганда яхшы күренә торган үзенә бертөрле дулкын ясап, төгәл килешеп хәрәкәтләнәләр. Керфекчекләрнең шундый дулкынсыман хәрәкәте бронхларны чит кисәкчекләрдән, тузаннан



29 нчы рәсем. Хәрәкәтләнергә сәләтле бер күзәнәкле организмнар

чистартырга булыша. Сперматозоидлар кебек, специальләшкән күзәнәкләрнең дә камчылары була.

Күзәнәк тупланмалары. Күзәнәктә, мәҗбүри булырга тиешле органоидлардан тыш, аның халәтенә бәйле рәвештә әле күренә, әле юкка чыга торган ясалгылар да була. Бу ясалгылар *күзәнәк тупланмалары* дип аталалар. Барыннан да ешрак күзәнәк тупланмалары туклыклы матдәләр яки шул күзәнәктә синтезланган матдәләрнең гранулалары рәвешендә цитоплазмада була. Болар вак кына май тамчылары, крахмал яки гликоген, сирәк кенә аксым гранулалары, тоз кристаллары булырга мөмкин.

Күзәнәк үзәге. Цитоскелет. Микрокөпшәләр. Центриольләр. Бүлену орчыгы. Керфекчекләр. Камчылар. Базаль тәнчек. Күзәнәк тупланмалары.

?

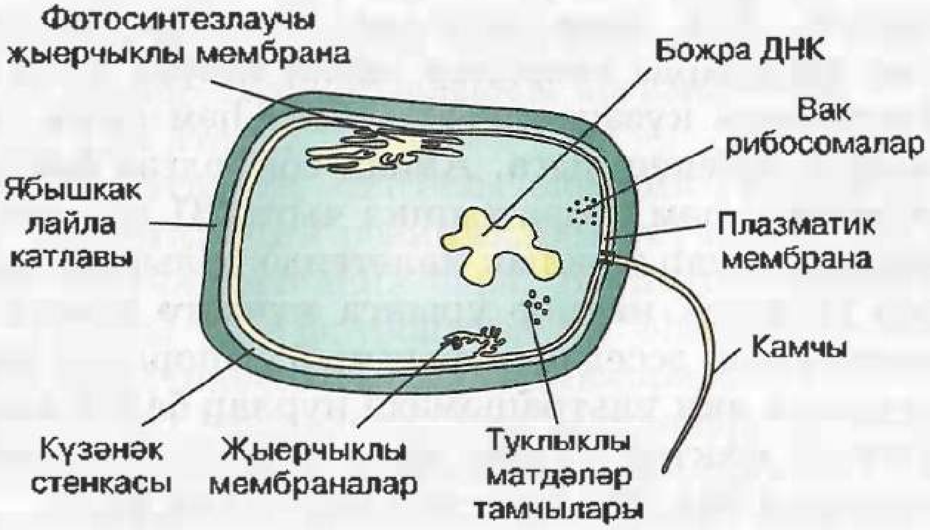
1. Күзәнәк үзәгенең функцияләре нинди?
2. Центриольләр кайда урнашкан?
3. Күзәнәктә центриольләрнең функцияләре нинди?
4. Керфекчекләр белән камчылар арасында охшашлык һәм аерымлык нәрсәдә?
5. Күзәнәк тупланмаларына мисаллар китерегез.

2.7. Эукариот һәм прокариот күзәнәкләренең төзелешендәге аерымлыклар

1. Сезгә нинди төшсез организмнар билгеле?
2. Споралар нәрсә ул? Аларның роле нинди?

Күзәнәкләрендә төше булмаган организмнарның прокариотлар дип аталуы инде сезгә таныш. Барлык прокариотлар бүлгәләнүчеләр патшалыгына берләшәләр. Бу патшалыкка барлыгы организмнарның 3000 төре керә. Прокариот күзәнәгенең аерымлыклы билгеләре нинди соң?

Прокариот күзәнәкләре, гадәттә, бик кечкенә: аларның зурлыгы 10 мкм дан артмый. Аларның төш тышчасы бул-

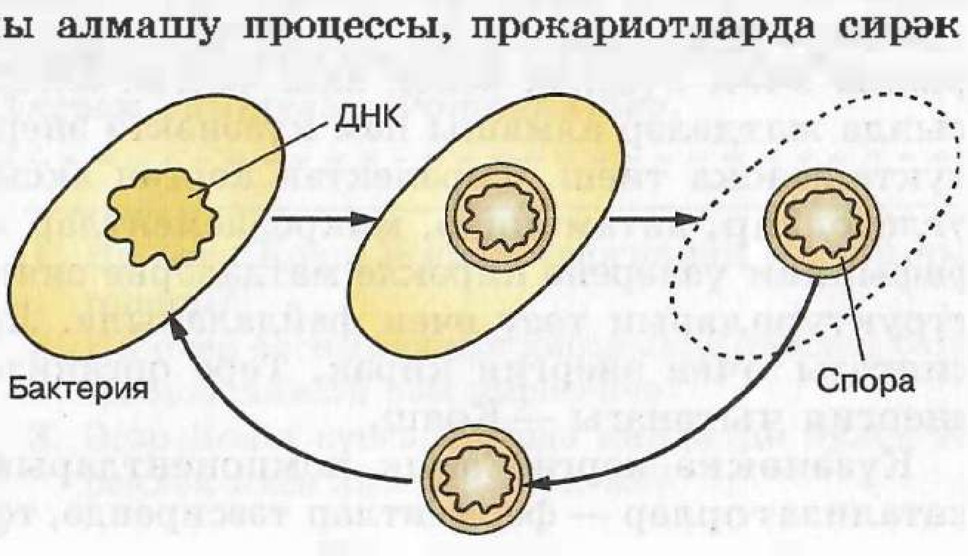


30 нчы рәсем. **Прокариотик күзәнәк төзелешенең схемасы**

мый һәм бердәнбер хромосомасы еш кына боҗрасыман формада һәм турыдан-туры күзәнәк цитоплазмасында була (30 нчы рәсем). Күзәнәк мембрана белән әйләндереп алынган, күпчелек прокариотларның мембрана өстендә күзәнәк формасын сакларга булышлык итә һәм аңа ныклык бирә торган саклагыч стенкасы була. Прокариотик күзәнәк эчендә мембрана белән әйләндереп алынган органоидлар булмый, ягъни анда эндоплазматик челтәр юк (аның ролен күзәнәк мембранасының күп санлы чыгынтылары үти), митохондрияләр дә, пластидалар да юк. Прокариотларның рибосомалары вак. Прокариотларның еш кына хәрәкәт органоидлары — камчылары һәм керфекчекләре була.

Күпчелек прокариотлар — *анаэроблар,* ягъни, күпчелек эукариотлардан аермалы буларак, аларга һава кислороды кирәкми. Икенче яктан, күпчелек прокариотлар, эукариот организмнардан аермалы буларак, һавадан үзләренә кирәкле азотны йотарга һәм файдаланырга сәләтле.

Прокариотлар күбрәк җенессез юл белән, күзәнәк икегә бүлену юлы белән үрчиләр. Җенси процесс, ягъни генетик материалны алмашу процессы, прокариотларда сирәк



31 нче рәсем. **Бактерияләрдә споралар барлыкка килү**

очрый. Күп прокариотлар, мәсәлән бактерияләр, уңайсыз шартларда *споралар* хасил итәргә сәләтле. Бу вакытта бактериаль күзәнәк эче кысыла һәм аның тирәсенә тыгыз тышча бүленеп чыга. Аннан соң элгәр бактериаль күзәнәк җимерелә һәм спора тышка чыга (31 нче рәсем). Спора дистәләгән еллар тынлык халәтендә булырга, җил һәм су белән бер урыннан икенче урынга күчәргә мөмкин. Ул кибүдән, салкыннан, эсседән курыкмый. Споралар өчен туры кояш нурлары яки ультрашәмәхә нурлар белән ясалма нурланыш үтергеч фактор булып тора. Уңайлы тирәлеккә эләккәндә, спорадан бик тиз бактерия барлыкка килә.

Анаэроблар. Споралар.

?

1. Сез прокариотларның эукариотлардан гадирәк булуының нинди билгеләрен күрсәтә аласыз?
2. Бактерияләргә споралар ни өчен кирәк?

2.8. Ассимиляция һәм диссимиляция. Метаболизм

1. **Нәрсә ул ферментлар?**
2. **Аларның организмда роле нинди?**

Теләсә нинди тере күзәнәктә, катлаулы химик комбинаттагы кебек, күп төрле матдәләр синтезы һәм таркалу процесслары бара. Бу химик процессларның нормаль барышы өчен күзәнәк белән аны чолгап алган тирәлек арасында матдәләр алмашы һәм күзәнәктә энергия әверелеше тукталмаска тиеш. Тирәлектән кергән аксымнар, майлар, углеводлар, витаминнар, микроэлементлар күзәнәкләр тарафыннан үзләренә кирәкле матдәләрне синтезлау, күзәнәк структураларын төзү өчен файдаланыла. Ләкин матдәләр синтезы өчен энергия кирәк. Тере организмнар өчен төп энергия чыганагы — Кояш.

Күзәнәккә кергән азык компонентларыннан биологик катализаторлар — ферментлар тәэсирендә, тотылган матдә-

ләр урынына органиодлар төзү өчен, яңа молекулалар синтезлана. Күзәнәктәге матдәләрнең биологик синтезы (биосинтез) реакцияләренең тулы җыелмасы *ассимиляция*, яки *пластик алмашу* дип атала.

Нинди дә булса матдәнең синтезы энергия тотылмыйча була алмый. Ассимиляция реакцияләре үсүче һәм үсеш алган күзәнәктә аеруча интенсив бара. Шундый реакцияләрдән аксым синтезы һәм фотосинтез иң әһәмиятлеләре булып тора. Күзәнәк биосинтез реакцияләре өчен энергияне ничек ала соң? Күзәнәктә, яңа матдәләр синтезы процесслары белән беррәттән, ассимиляция вакытында запаска тупланган катлаулы органик матдәләрнең таркалуы тукталмый. Ферментлар катнашында молекулалар гадирәк кушылмаларга кадәр таркалалар; бу вакытта энергия аерылып чыга һәм ешрак аденозинтрифосфат кислотасы (АТФ) рәвешендә запаска туплана. Алга таба АТФ энергиясе күзәнәкнең төрле ихтыяҗлары өчен, шул исәптән биосинтез реакцияләре өчен дә файдаланыла. Күзәнәк матдәләренең энергия аерылып чыгу белән бара торган таркалу реакцияләре җыелмасы *диссимиляция* дип атала.

Ассимиляция һәм диссимиляция — капма-каршы процесслар: беренче очракта матдәләр барлыкка килә, икенчесендә таркала. Ләкин бу ике процесс үзара тыгыз бәйләнгән һәм берсеннән башка икенчесе була алмый. Әгәр күзәнәктә катлаулы матдәләр, синтезланып, запаска тупланмаса, энергия кирәк булганда таркалырга бернәрсә дә булмаячак. Әгәр матдәләр таркалмаса, кирәкле матдәләрнең синтезы өчен энергияне каян алырга?

Шулай итеп, ассимиляция һәм диссимиляция — *метаболизм* (грекча metabole — әверелү) дип аталган бердәм матдәләр һәм энергия алмашы процессының ике ягы.

Ассимиляция. Диссимиляция. Метаболизм. Аксым синтезы. Фотосинтез.

?

1. Ни өчен Кояш Җирдә энергиянең иң төп чыганагы?
2. Ни өчен ассимиляция диссимиляциядән башка була алмый һәм киресенчә?
3. Әгәр Кояш сүнсә, Җирдә нинди дә булса тереклек иясе яши алыр идеме?

2.9. Күзәнәктә энергетик алмашу

1. АТФның төзелеше нинди?
2. Макроэргик бәйләнеш нәрсә ул?

АТФ күзәнәкнең барлык функцияләрен: механик эшне, матдәләр биосинтезын, бүленүне һ.б.ны энергия белән тәэмин итә. Күзәнәктә АТФның уртача микъдары күзәнәк массасының якынча 0,05 % ын тәшкил итә, ләкин АТФ күп тотылган күзәнәкләрдә (мәсәлән, бавыр, аркылы-буй мускул күзәнәкләрендә) аның микъдары 0,5 % ка кадәр җитә. Күзәнәкләрдә АТФ синтезы башлыча митохондрияләрдә бара. Белгәнегезчә (к.1.7), АДФтан 1 моль АТФ синтезы өчен 40 кДж кирәк.

Күзәнәктә энергетик алмашу өч этапка бүленә. Беренче этап — әзерлек этабы. Бу этапта азыкның эре полимер молекулалары ваграк фрагментларга таркала. Полисахаридлар ди- һәм моносахаридларга, аксымнар — аминокислоталарга, майлар глицерин һәм май кислоталарына кадәр таркалалар. Бу әверелешләр вакытында энергия аз аерылып чыга, ул җылылык рәвешендә тарала, һәм АТФ барлыкка килми.

Икенче этап — матдәләрнең *кислородсыз тулы булмаган таркалуы.* Бу этапта әзерлек этабында барлыкка килгән матдәләр ферментлар ярдәмендә кислородсыз таркалалар. Бу этапны *гликолиз* — глюкозаның ферментатив таркалуы — мисалында карап үтик. Гликолиз хайван күзәнәкләрендә һәм кайбер микроорганизмнарда бара. Бу процессны суммар рәвештә түбәндәге тигезләмә белән күрсәтергә була:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O.$$

Шулай итеп, гликолизда бер молекула глюкозадан ике молекула өч углеродлы пировиноград кислотасы ($C_3H_4O_3$) барлыкка килә, ул күп күзәнәкләрдә, мәсәлән мускул күзәнәкләрендә, сөт кислотасына әверелә ($C_3H_6O_3$), өстәвенә бу вакытта аерылып чыккан энергия ике молекула АДФның ике молекула АТФка әверелүе өчен җитә. Гади булып күренүгә карамастан, гликолиз — төрле ферментлар катнашында дистәдән артык стадиядә узучы күпбаскычлы процесс.

Аерылып чыккан энергиянең 40 % ы гына күзәнәк тарафыннан АТФ рәвешендә запаска туплана, ә калган 60 % ы җылылык рәвешендә тарала. Гликолиз күпстадияле булу аркасында, аз-азлап кына аерылып чыккан җылылык күзәнәкне куркыныч булырлык дәрәҗәдә җылытып өлгерми. Гликолиз күзәнәкнең цитоплазмасында уза.

Күпчелек үсемлекләрнең һәм кайбер гөмбәләрнең күзәнәкләрендә энергетик алмашның икенче этабы *спиртлы әчешүдән* гыйбарәт:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ \rightarrow$$
$$2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2АТФ + 2H_2O.$$

Спиртлы әчешүнең башлангыч продуктлары гликолизныкы кебек үк, ләкин нәтиҗәдә этил спирты, углекислый газ, су һәм ике молекула АТФ барлыкка килә. Глюкозаны ацетонга, серкә кислотасына һәм башка матдәләргә кадәр тарката торган микроорганизмнар бар, ләкин барлык очракта да күзәнәкнең «энергетик табышы» ике молекула АТФтан гыйбарәт.

Энергетик алмашның өченче этабы — *кислородлы тулы таркалу,* яки *күзәнәк сулышы.* Бу вакытта икенче этапта барлыкка килгән матдәләр ахыргы продуктларга — CO_2 һәм H_2O га кадәр таркалалар. Бу этапны түбәндәгечә күрсәтергә мөмкин:

$$2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36H_3PO_4 + 36АДФ \rightarrow$$
$$6CO_2 + 42H_2O + 36АТФ.$$

Шулай итеп, глюкоза ферментлар катнашында таркалганда барлыкка килгән өч углеродлы кислотаның ике молекуласы CO_2 һәм H_2O га кадәр оксидлашканда, 36 молекула АТФ барлыкка килү өчен җитәрлек энергия аерылып чыга. Күзәнәк сулышы митохондрияләрнең кристаларында бара. Бу процессның файдалы эш коэффициенты гликолизныкыннан югарырак һәм якынча 55 % тәшкил итә. Бер молекула глюкозаның тулы таркалуы нәтиҗәсендә, 38 молекула АТФ барлыкка килә.

Күзәнәкләрдә энергия табу өчен, глюкозадан тыш, башка матдәләр дә: липидлар, аксымнар файдаланылырга мөмкин. Әмма күпчелек организмнарның энергетик алмашында төп роль шикәрләргә туры килә.

АТФ. Макроэргик бәйләнеш. Глюкозаның кислородсыз тулы булмаган ферментатив таркалуы. Гликолиз. Глюкозаның кислородлы тулы таркалуы. Күзәнәк сулышы.

1. АТФ нинди күзәнәкләрдә күбрәк?
2. Күзәнәк сулышы энергетик яктан караганда гликолиздан ничә тапкыр нәтиҗәлерәк?
3. Гликолизның файдалы эш коэффициенты (ФЭК) нинди? Күзәнәк сулышыныкы нинди?

2.10. Күзәнәкнең тукландуы

1. **Күзәнәк үзе йоткан матдәләрне нәрсә өчен файдаланырга мөмкин?**
2. **Күзәнәк нинди ысуллар белән тукланырга мөмкин?**

Җирдә тереклек итүче барлык тере организмнар, үзләренә кирәкле органик матдәләрне ничек табуларына бәйле рәвештә, ике төркемгә бүленәләр.

Беренче төркем — *автотрофлар*, грекчадан тәрҗемә иткәндә «үзләре тукланучылар» дигәнне аңлата. Алар күзәнәкләр төзү һәм тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле барлык органик матдәләрне неорганик матдәләрдән — судан, углекислый газ һәм башкалардан — мөстәкыйль рәвештә үзләре барлыкка китерә алалар. Шундый катлаулы әверелешләр өчен кирәкле энергияне алар я кояш яктылыгы исәбенә алалар һәм *фототрофлар* дип аталалар, яисә минераль кушылмаларның химик әверелешләре энергиясе исәбенә алалар, бу очракта *хемотрофлар* дип аталалар. Ләкин фототроф организмнар да, хемотроф организмнар да читтән органик матдәләр керүгә мохтаҗ түгел. Автотрофларга барлык яшел үсемлекләр һәм күп кенә бактерияләр керә.

Гетеротрофлар кирәкле органик кушылмаларны бөтенләй башка ысул белән табалар. Гетеротрофлар неорганик матдәләрдән органик матдәләрне мөстәкыйль рәвештә синтезлый алмыйлар һәм шуңа күрә әзер органик матдәләрне һәрдаим читтән алырга тиеш булалар. Аннан соң алар

читтән алынган молекулаларны үзләренең ихтыяҗлары өчен «үзгәртеп төзи» башлыйлар. Гетеротроф организмнар яшел үсемлекләр җитештергән фотосинтез продуктларыннан туры бәйлелектә торалар. Мәсәлән, кәбестә яки бәрәңге белән тукланып, без үсемлек күзәнәкләрендә кояш нуры энергиясе исәбенә синтезланган матдәләрне алабыз. Әгәр без ит белән туклансак, бу хайваннарның үсемлек азык: үлән, ашлык һ.б. белән тукленуын истә тотарга кирәк. Шулай итеп, аларның ите үсемлек азык белән кергән молекулалардан төзелгән булып чыга.

Гетеротрофларга гөмбәләр, хайваннар һәм күп бактерияләр керә. Яшел үсемлекнең кайбер күзәнәкләре: камбий, тамыр күзәнәкләре дә гетеротроф, чөнки үсемлекнең бу өлешләрендәге күзәнәкләр фотосинтезга сәләтле түгел, һәм алар үсемлекнең яшел өлешләрендә синтезланган органик матдәләр исәбенә тукланалар.

Автотрофлар. Гетеротрофлар. Фототрофлар. Хемотрофлар.

?

1. Автотрофлар энергияне нәрсә исәбенә алалар?
2. Гетеротрофлар энергияне нәрсә исәбенә алалар?
3. Яшел эвглена нинди билгеләре белән хайваннарга һәм нинди билгеләре белән үсемлекләргә охшаган?

2.11. Фотосинтез һәм хемосинтез

1. **Фотосинтез процессы үсемлекләрнең нинди өлешләрендә бара?**
2. **Нинди организмнар хемосинтетикларга керә?**

Фотосинтезның әһәмияте. Алдагы бүлектән күренгәнчә, фотосинтез, үсемлек күзәнәгендә барган иң әһәмиятле процессларның берсе буларак, Җирдәге барлык тереклекнең нигезендә ята.

Теләсә нинди күзәнәк универсаль энергия чыганагын — АТФны файдалана. Үсемлекләр күзәнәгендә АТФ турыдан-

туры фотосинтез процессында барлыкка килә, ә башка күзәнәкләр, шул ук фотосинтез продукты булган сахаридларны таркатып, АТФны туплый. Продуктлылыгы ягыннан фотосинтезны бер нәрсә белән дә чагыштырып булмый. Әгәр дөньядагы барлык корыч кою заводлары елына 350 млн т га якын корыч, барлык цемент заводлары 300 млн т цемент җитештерсә, Җирдәге үсемлекләр барысы бергә ел саен 130 000 млн т шикәр җитештерә! Фотосинтезга без кешелек карамагында булган барлык энергетик ресурслар белән дә бурычлы. Ташкүмер дә, нефть тә, торф та — болар барысы да турыдан-туры яки читләтеп фотосинтез исәбенә барлыкка килгән.

Фотосинтез яшел үсемлекләрнең күзәнәкләрендә, хлоропластларда бара. Фотосинтез процессы эзлекле ике фазадан: яктылык һәм караңгылык фазаларыннан тора (32 нче рәсем).

Фотосинтезның яктылык фазасы. Яфракка төшкән яктылык квантын хлорофилл молекуласы йота. Нәтиҗәдә молекула кыска гына вакытка ярсыну халәтенә күчә: хлорофилл молекуласы электроннарының ($\bar{e}$) берсе артык энергия ала. Ярсыну халәтендәге электрон, катлаулы органик кушылмалар чылбыры буйлап күчкәндә, үзенең энергиясен югалта бара. Бу энергия АДФ һәм фосфаттан АТФ синтезына тотыла. Әлеге процесс бик нәтиҗәле, һәм хлоропластларда АТФ шул ук үсемлекнең митохондрияләрендәгегә караганда 30 тапкырдан артыграк барлыкка килә. Артык энергиясен югалтканнан соң, электрон хлорофилл молекуласына әйләнеп кайта һәм хлорофилл молекуласы яңа яктылык квантын эләктерергә сәләтле булып кала.

Тасвирланган реакцияләр судагы эремәләрдә барганлыктан, ярсыну халәтендәге электроннарның шактый өлешен суның (H_2O) диссоциация продуктлары — H^+ ионнары эләктерә. Водород ионы артык энергияне ала һәм махсус күчергеч молекулалар белән бәйләнә. Ә гидроксил ионнары (OH^-) бер-берсе белән тәэсир итешүдән су һәм молекуляр кислород барлыкка килә:

$$4OH^- \rightarrow 2H_2O + O_2.$$

Бу очракта хлорофилл молекуласына гидроксил электроны әйләнеп кайта.

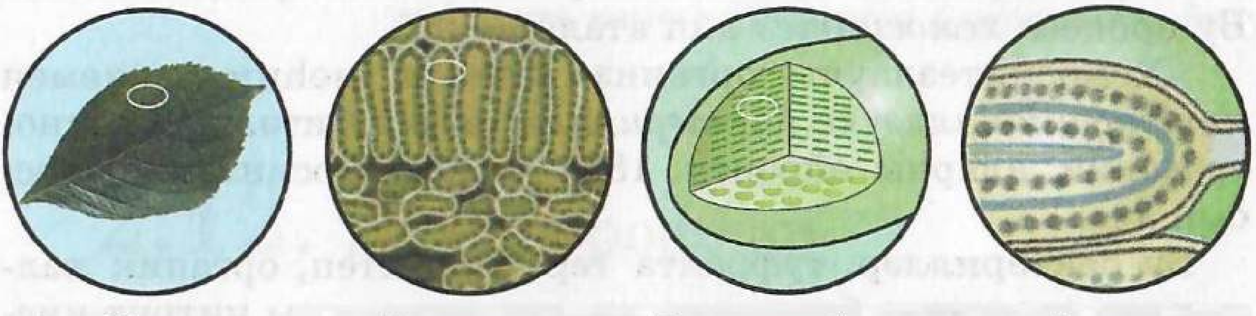
Кояш яктылыгы энергиясе тәэсиреннән суның таркалу процессы *фотолиз* дип атала. Шулай итеп, фотосинтез про-

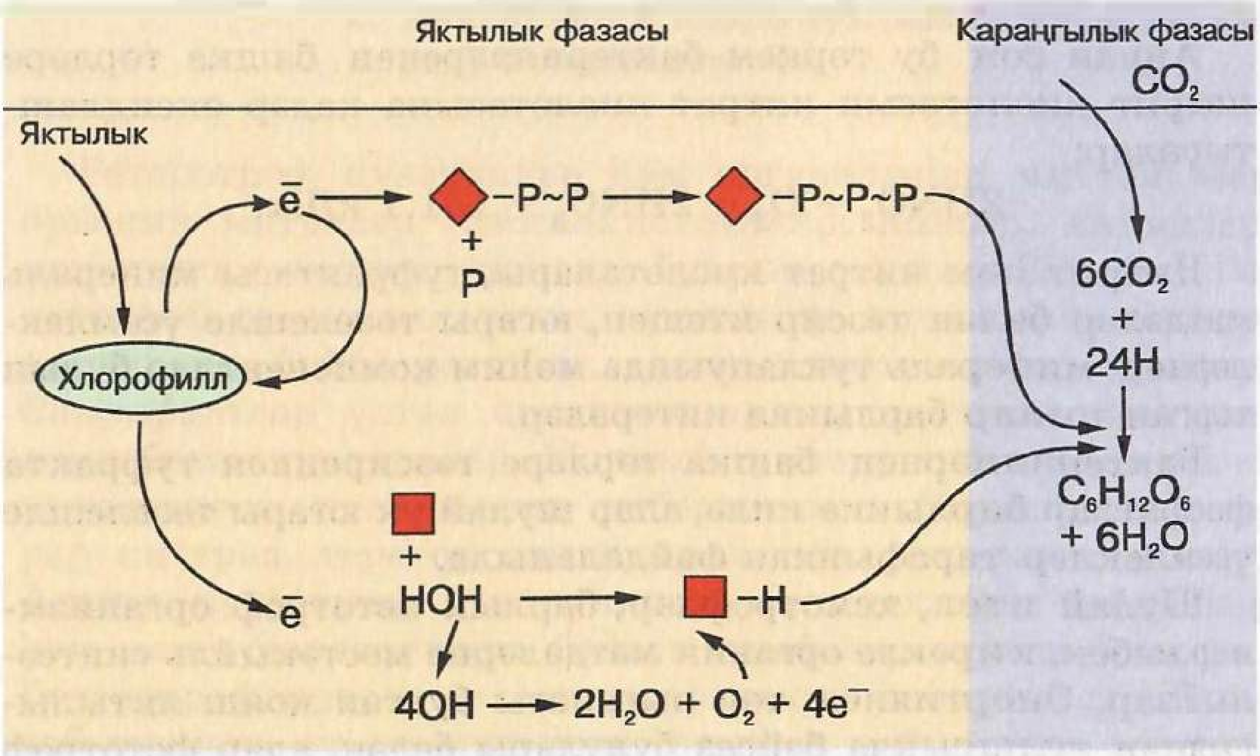
цессында атмосферага бүленеп чыккан кислород фотолиз нәтиҗәсендә барлыкка килә икән.

Шуның белән яктылык фазасы тәмамлана, һәм алга таба фотосинтез процесслары кояш яктылыгыннан башка да барырга мөмкин.

Яктылык фазасы вакытында фотосинтезның караңгылык фазасы өчен кирәкле энергиягә бай водород молекулалары һәм ионнары барлыкка килә.

Караңгылык фазасы да пластидаларда бара. Бу фазаның реакцияләре барышында махсус матдә тарафыннан тышкы тирәлектән углекислый газ (CO_2) молекулалары эләктерелә. Эзлекле биохимик әверелешләр юлы белән углекислый газ һәм водородтан алты углеродлы шикәр — глюкоза барлыкка килә һәм яңадан CO_2 не эләктерергә сәләтле матдә ясала.





32 нче рәсем. **Яфрак төзелешенең схемасы һәм фотосинтез**

Караңгылык фазасы процессында углекислый газ йотыла һәм глюкоза синтезлана. Караңгылык фазасындагы реакцияләр яктылык фазасы вакытында тупланган энергия исәбенә бара.

Фотосинтез бик продуктив булуына карамастан, яфрак хлоропластлары бу процесс өчен 10000 нән нибары 1 яктылык квантын гына эләктерәләр. Шулай да бу — яшел үсемлеккә 1 $м^2$ яфрак өслегеннән сәгатькә 1 г глюкоза синтезлау өчен җитә.

Хемосинтез. Бактерияләрнең үзләренә кирәкле органик кушылмаларны неорганик матдәләрдән күзәнәктә барган оксидлашу реакцияләре вакытында аерылып чыккан энергия исәбенә синтезларга сәләтле күп төрләрен хемотрофларга кертәләр. Бактерияләр эләктергән матдәләр оксидлашалар, ә барлыкка килгән энергия CO_2 һәм H_2O дан катлаулы органик кушылмалар синтезына файдаланыла. Бу процесс *хемосинтез* дип атала.

Хемосинтезлаучы организмнарның мөһим төркемен *нитрификацияләүче бактерияләр* тәшкил итә. С. Н. Виноградский, аларны өйрәнеп, 1887 елда хемосинтез процессын ача.

Бу бактерияләр, туфракта тереклек итеп, органик калдыклар черегәндә барлыкка килгән аммиакны нитрит кислотасына кадәр оксидлаштыралар:

$$2NH_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O + 653,5 \text{ кДж.}$$

Аннан соң бу төркем бактерияләренең башка төрләре нитрит кислотасын нитрат кислотасына кадәр оксидлаштыралар:

$$2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3 + 151,1 \text{ кДж.}$$

Нитрит һәм нитрат кислоталары, туфрактагы минераль матдәләр белән тәэсир итешеп, югары төзелешле үсемлекләрнең минераль туклануында мөһим компонентлар булып торган тозлар барлыкка китерәләр.

Бактерияләрнең башка төрләре тәэсиреннән туфракта фосфатлар барлыкка килә, алар шулай ук югары төзелешле үсемлекләр тарафыннан файдаланыла.

Шулай итеп, хемотрофлар, барлык автотроф организмнар кебек, кирәкле органик матдәләрне мөстәкыйль синтезлыйлар. Энергиянең төп чыганагы булган кояш яктылыгыннан тулысынча бәйсез булулары белән, алар фототроф яшел үсемлекләрдән аерылалар.

Фотосинтезның яктылык фазасы. Фотосинтезның караңгылык фазасы. Су фотолизы. Хемосинтез. Хемотрофлар. Нитробактерияләр. Күкерт бактерияләре.

?

1. Җир йөзендә яшәүче 4 млрд кешенең һәрберсенә елына фотосинтез процессында синтезланган күпме глюкоза туры килә?
2. Фотосинтез процессында бүленеп чыга торган кислород кайдан алына?
3. Фотосинтез яктылык фазасының асылы нәрсәдән гыйбарәт? Караңгылык фазасының?
4. Ни өчен югары төзелешле үсемлекләр өчен туфракта хемосинтезлаучы бактерияләр булу кирәк?

2.12. Гетеротрофлар

1. **Җирдә нинди организмнар гетеротроф туклана?**
2. **Хайваннарга нинди туклыклы матдәләр кирәк? Үсемлекләргә?**

Гетеротроф күзәнәкләр һәм организмнар читтән әзер органик матдәләр: аминокислоталар, шикәр, липидлар, витаминнар керүенә мохтаҗ булуын сез инде беләсез. Гетеротроф организмнарның туклыклы матдәләрне кайдан алуларына бәйле рәвештә, аларны төркемнәргә бүләләр. *Сапрофитлар* үлгән организмнарның органик калдыклары белән тукланалар. Мондый туклану тибы черетү бактерияләренә, гөмбәләрнең күбесенә хас. *Паразитлар,* зарар китереп, тере организмнарда гына тереклек итәләр. Авыру кузгатучы бактерияләр, үсемлекләр, хайваннар һәм кеше паразитлары булган гөмбәләр шундыйлардан. Гетеротрофларның өченче төркеме — *голозойлар.* Голозой туклану өч этаптан тора: азыкны кабул итү, эшкәртү һәм эшкәртелгән матдәләрнең сеңүе. Голозой туклану

ашкайнату системасы булган күп күзәнәкле хайваннарда ешрак күзәтелә. Голозой тукланучы хайваннарны ит белән туенучыларга, үсемлек белән туенучыларга һәм бөтен төр азык белән туенучыларга бүләргә мөмкин.

Сапрофитлар. Паразитлар. Голозой туклану.

1. Сапрофитлар белән паразитлар арасында нинди аерма бар?
2. Бактерияләр голозой юл белән туклана аламы?

2.13. Күзәнәктә аксымнар синтезы

1. **Аксымнар нәрсәдән торалар?**
2. **Аминокислота нәрсә ул?**

Күзәнәктә ассимиляциянең иң әһәмиятле процессы булып аның үзенә хас аксымнар синтезлавы тора. Һәр күзәнәктә меңләгән аксым, шул исәптән күзәнәкләрнең әлеге төренә генә хас аксымнар да була. Тереклек эшчәнлеге процессында барлык аксымнар иртәме-соңмы таркалалар, шуңа күрә күзәнәк, үзенең мембраналарын, органоидларын һ.б. ны яңарту өчен, аксымнарны туктаусыз синтезлап торырга тиеш. Моннан тыш, күп күзәнәкләр бөтен бер организм ихтыяҗлары өчен аксымнар «ясый», мәсәлән, эчке секреция бизләре күзәнәкләре канга аксым-гормоннар бүлеп чыгаралар. Андый күзәнәкләрдә аксым синтезы аеруча көчле бара.

Аксым синтезы өчен күп энергия таләп ителә. Бу очракта да энергия чыганагы булып, барлык күзәнәк процессларындагы кебек, АТФ тора.

Аксымнарның функцияләре күптөрлелеге аларның беренчел структурасы, ягъни молекулаларында аминокислоталарның эзлеклелеге белән билгеләнә. Аксымның

беренчел структурасы турындагы нәселдәнлек информациясе үз чиратында ДНК молекуласында нуклеотидларның эзлеклелегенә салынган. ДНКның бер аксымның беренчел структурасы турындагы информацияне йөрткән участогы *ген* дип атала. Бер хромосомада йөзләгән аксымнарның структурасы турында информация була.

Генетик код. ДНКда аксымның һәр аминокислотасына бер-бер артлы урнашкан өч нуклеотид — *триплет* эзлеклелеге туры килә. Хәзерге вакытта *генетик код* картасы төзелгән, ягъни аксым составындагы 20 аминокислотаның һәрберсенә ДНК нуклеотидларының нинди триплет комбинацияләре туры килүе билгеле (33 нче рәсем). Билгеле булганча, ДНК составына дүрт азотлы нигез: аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) һәм цитозин (Ц) керергә мөмкин. Бу 4 нуклеотид өчәрдән $4^3=64$ комбинация бирергә, ягъни

Аминокислота	Кодлаучы триплетлар (кодоннар)
Аланин	ГЦУ ГЦЦ ГЦА ГЦГ
Аргинин	ЦГУ ЦГЦ ЦГА ЦГГ АГА АГГ
Аспарагин	ААУ ААЦ
Аспарагин кислотасы	ГАУ ГАЦ
Валин	ГУУ ГУЦ ГУА ГУГ
Гистидин	ЦАУ ЦАЦ
Глицин	ГГУ ГГЦ ГГА ГГГ
Глутамин	ЦАА ЦАГ
Глутамин кислотасы	ГАА ГАГ
Изолейцин	АУУ АУЦ АУА
Лейцин	ЦУУ ЦУЦ ЦУА ЦУГ УУА УУГ
Лизин	ААА ААГ
Метионин	АУГ
Пролин	ЦЦУ ЦЦЦ ЦЦА ЦЦГ
Серин	УЦУ УЦЦ УЦА УЦГ АГУ АГЦ
Тирозин	УАУ УАЦ
Треонин	АЦУ АЦЦ АЦА АЦГ
Триптофан	УГГ
Фенилаланин	УУУ УУЦ
Цистеин	УГУ УГЦ
Тыныш билгеләре	УАА УАГ УГА

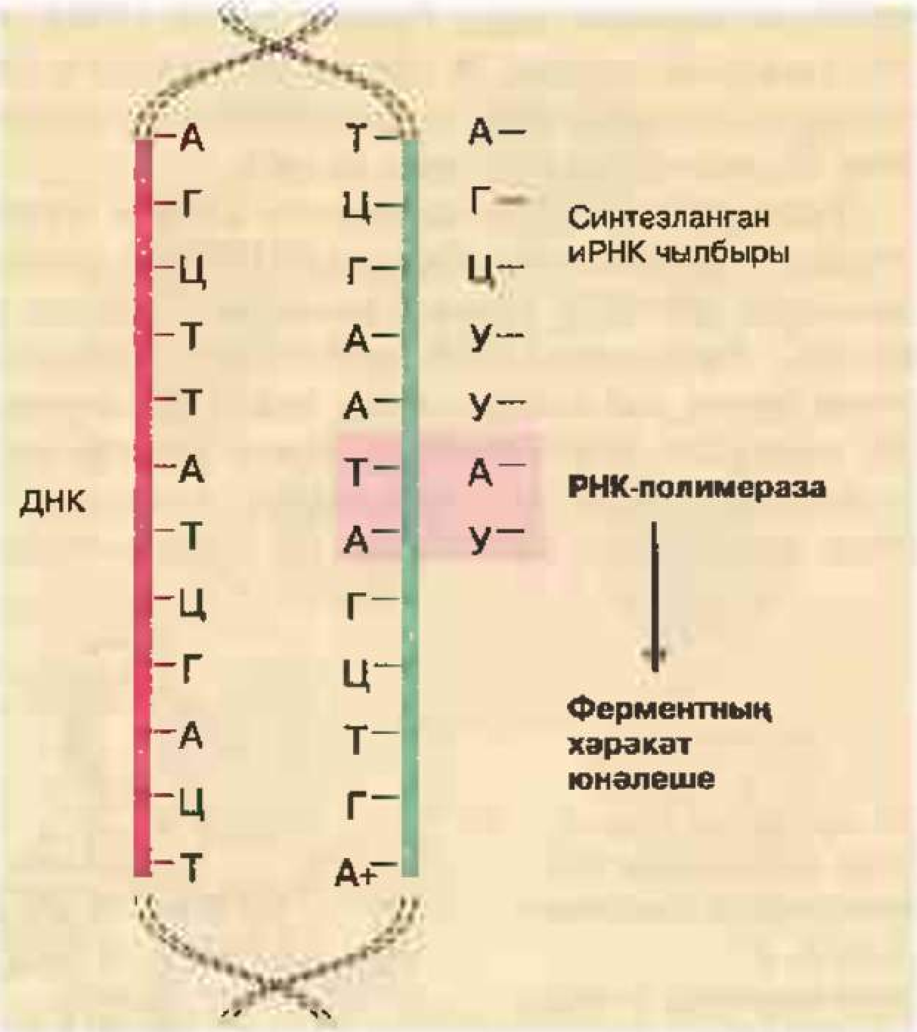
33 нче рәсем. Генетик код таблицасы

64 төрле аминокислотаны кодка салырга мөмкин, ә бит кодлаштыруда 20 генә аминокислота катнаша. Бу ничек була соң? Күп аминокислоталарга бер генә түгел, ә берничә төрле триплет — *кодон* туры килүе ачыкланды. Генетик кодның шундый үзлеге, күзәнәкләр бүленгәндә, генетик информациянең күчерелү һәм саклану ышанычлылыгын арттыра дип фаразлана. Мәсәлән, аланин аминокислотасына 4 кодон: ЦГА, ЦГГ, ЦГТ, ЦГЦ туры килә, һәм өченче нуклеотидтагы очраклы хата аксым структурасында чагылыш тапмый, ул барыбер аланин кодоны була.

ДНК молекуласында йөзләгән геннар булганлыктан, аның составына, һичшиксез, «тыныш билгеләре» булып торган һәм теге яки бу генның башын һәм ахырын билгеләгән триплетлар керә.

Генетик кодның бик әһәмиятле үзенә генә хас үзенчәлеге бар: бер триплет һәрвакыт бердәнбер аминокислотаны гына билгели. Генетик код бактерияләрдән башлап кешегә кадәр барлык тере организмнар өчен *универсаль*.

Транскрипция. Барлык генетик информацияне күзәнәк төшендә урнашкан ДНК йөртә. Аксым синтезы үзе күзәнәкнең цитоплазмасында, рибосомаларда бара. Аксымның структурасы турындагы информация төштән цитоплазмага информацион РНК (иРНК) рәвешендә килә. иРНКны синтезлау өчен, ДНКның бер участогы «сүтелә», спиральлеген югалта, ә аннары, комплементарлык принцибы буенча, ДНКның бер чылбырыннан ферментлар ярдәмендә РНК молекулалары синтезлана (34 нче рәсем). Бу түбәндәгечә бара: ДНК молекуласының, мәсәлән, гуанины каршысына РНК молекуласының цитозины, ДНК молекуласының аденины каршысына РНКның урацилы (исегезгә төшерегез, РНКда нуклеотидларга тимин урынына урацил кергән), ДНКның тимины каршысына РНКның аденины һәм ДНКның цитозины каршысына РНКның гуанины ялгана. Шулай итеп, ДНКның икенче чылбырының төгәл күчерелмәсе булып торган (тимин гына урацилга алмаштырылган) иРНК чылбыры формалаша. Шул рәвешле, ДНКның нинди дә булса генының нуклеотидлары эзлеклелеге турындагы информация иРНК нуклеотидларының эзлеклелегенә «күчерелә». Бу процесс *транскрипция* дип атала. Прокариотларда синтезланган иРНК молекулалары шунда ук рибосомалар белән үзара



34 нче рәсем. ДНК матрицасы буенча информацион РНК (иРНК) ясалу схемасы (транскрипция)

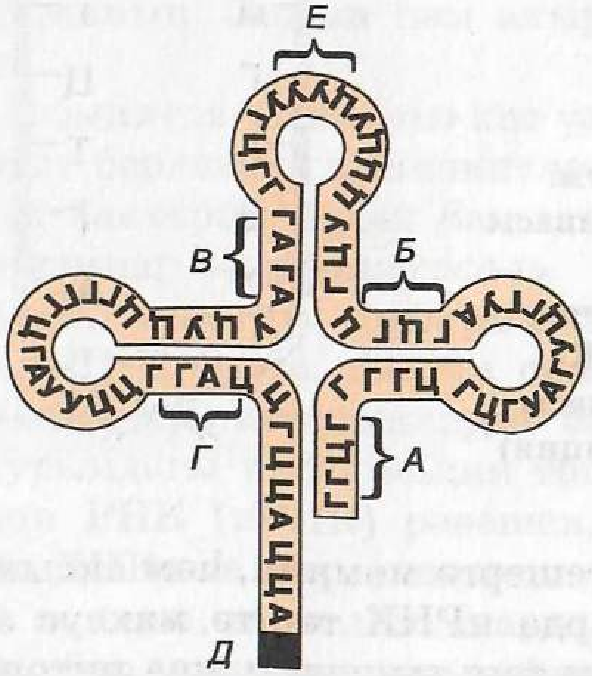
тәэсир итешергә мөмкин, һәм аксым синтезы башлана. Эукариотларда иРНК төштә махсус аксымнар белән тәэсир итешә һәм төш тышчасы аша цитоплазмага күчә.

Цитоплазмада аксым синтезы өчен кирәкле аминокислоталар җыелмасы булырга тиеш. Бу аминокислоталар азык аксымнары таркалганда барлыкка киләләр. Моннан тыш, теге яки бу аминокислота махсус транспорт РНКсына (тРНКга) беркетелеп кенә турыдан-туры аксым синтезы барган урынга, ягъни рибосомага эләгергә мөмкин.

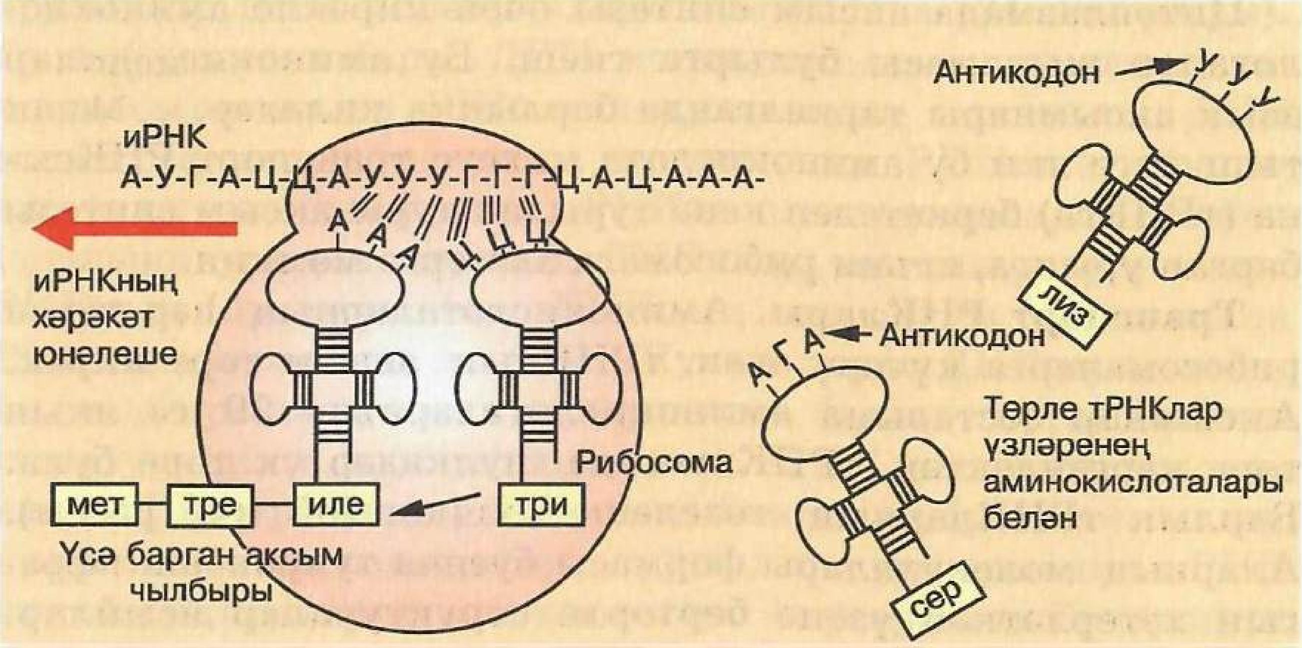
Транспорт РНКлары. Аминокислоталарның һәр төрен рибосомаларга күчерү өчен, тРНКның аерым төре кирәк. Аксымнар составына аминокислоталарның 20 гә якын төре кергәнлектән, тРНКның да шулкадәр үк төре була. Барлык тРНКларның төзелеше охшаш (35 нче рәсем). Аларның молекулалары формасы буенча тукранбаш яфрагын хәтерләткән үзенә бертөрле структуралар ясыйлар. тРНКларның төрләре «очта» урнашкан нуклеотидлар триплеты буенча аерылалар. Бу — ***антикодон*** дип аталган

триплет генетик коды буенча әлеге тРНК күчерергә тиешле аминокислотага туры килә. Махсус фермент «яфрак сабы»на антикодонга комплементар триплет кодлаштырган аминокислотаны китереп ялгый.

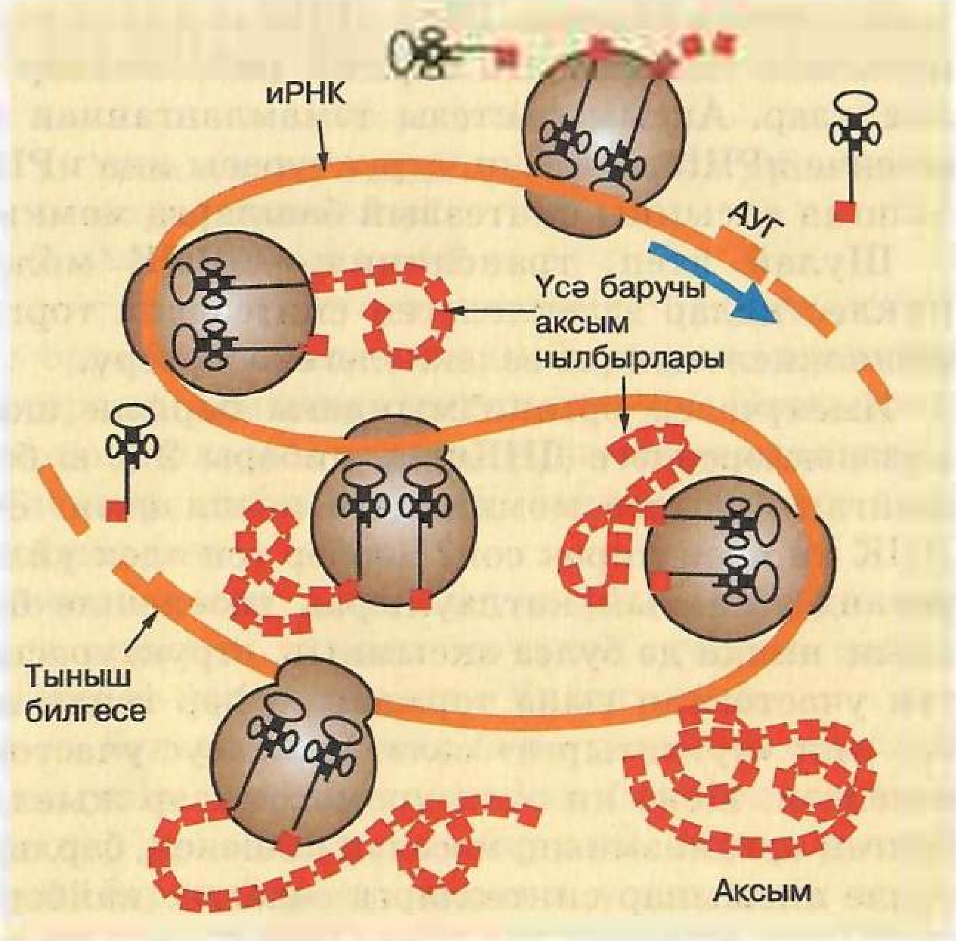
Трансляция. Цитоплазмада аксым синтезының соңгы этабы — *трансляция* бара. иРНКның аксым синтезы башланырга тиешле очына рибосома килеп тезелә (36 нчы рәсем). Рибосома иРНК молекуласы буйлап, һәр триплетта чама белән 0,2 с тукталыш ясап, «сикереп-сикереп» күчә. Бу мизгелдә тРНКларның берсе үзенең антикодоны белән рибосомасы булган триплетны «танырга» сәләтле була. Әгәр антикодон иРНКның бу триплетына комплементар



35 нче рәсем. Транспорт РНКсының бер молекуласы төзелеше: *А, Б, В, Г* — комплементар тоташу участоклары, *Д* — аминокислота белән тоташу участогы, *Е* — антикодон



36 нчы рәсем. Рибосомада аксым синтезы схемасы (трансляция)



37 нче рәсем.
Полисомада аксым синтезы схемасы

булса, аминокислота «яфрак сабы»ннан аерыла һәм үсә барган полипептид чылбырына пептид бәйләнеш белән тоташа (37 нче рәсем). Бу мизгелдә иРНК буенча рибосома синтезланучы аксымның чираттагы аминокислотасын кодка салучы икенче триплетка күчә, ә чираттагы тРНК аксымның үсә барган чылбырын озынайту өчен кирәкле аминокислотаны китерә. Бу операция, «төзелә торган» аксымда ничә аминокислота булырга тиеш булса, шулкадәр кабатлана. Әгәр рибосомада триплетларның берсе геннар арасында «стоп-сигнал» булып торса, ул вакытта бер генә тРНК да андый триплетка килеп ялгана алмый, чөнки тРНКда аларга карата антикодоннар булмый. Шушы мизгелдә аксым синтезы тәгаллләнә. Тасвирланган барлык реакцияләр бик кыска вакыт арасында узалар. Шактый эре аксым молекуласының синтезына нибары ике минутка якын вакыт киткәне исәпләнгән.

Күзәнәккә һәр аксымның бер генә түгел, ә күп молекуласы кирәк. Шуңа күрә, иРНКда аксым синтезын башлаган рибосома алга күчүгә, аның артыннан шул ук иРНКга шундый аксымны синтезлаучы икенче рибосома тезелә. Аннан соң эзлекле рәвештә өченче, дүртенче һ.б.

рибосомалар урнаша. Шул иРНКда кодка салынган, бер үк аксымны синтезлаучы барлык рибосомалар *полисома* дип аталалар. Аксым синтезы тәмамланганнан соң, рибосома, икенче иРНКны табып, структурасы яңа иРНКда кодка салынган аксымны синтезлый башларга мөмкин.

Шулай итеп, трансляция — иРНК молекуласындагы нуклеотидлар эзлеклелеген синтезлана торган аксымның аминокислоталары эзлеклелегенә күчерү.

Имезүчеләр организмындагы барлык аксымнар аның күзәнәкләрендәге ДНКның нибары 2 % ы белән кодка салынган булырга мөмкинлеге исәпләнгән. Ә калган 98 % ДНК ни өчен кирәк соң? Һәрбер ген элек уйланылганга караганда шактый катлаулырак төзелешле булып чыккан, аның нинди дә булса аксымның структурасы кодка салынган участоктан гына тормавы, ә һәр генда эшен «башларга» яки «туктатырга» сәләтле махсус участоклар да булуы беленгән. Менә ни өчен хромосомалар җыелмасы бертөрле булган организмның, мәсәлән кешенең, барлык күзәнәкләре төрле аксымнар синтезларга сәләтле: кайбер күзәнәкләрдә аксымнар синтезы бер ише геннар ярдәмендә бара, ә икенчеләрендә бөтенләй башка геннар эшли. Шулай итеп, *һәр күзәнәктә аның геннарындагы генетик информациянең бер өлеше генә гамәлгә аша.*

Аксым синтезына күп ферментлар катнашу сорала. Һәм аксым синтезының һәр аерым реакциясе өчен специальләшкән ферментлар таләп ителә.

Ген. Генетик код. Триплет.
Кодон. Транскрипция. Антикодон.
Трансляция. Полисома.

?

1. Транскрипция нәрсә ул?
2. Трансляция нәрсә ул?
3. Транскрипция һәм трансляция кайда бара?
4. Полисома нәрсә ул?
5. Ни өчен нинди дә булса организмның төрле күзәнәкләрендә геннарның бер өлеше генә «эшли»?
6. Матдәләрне үзе синтезлый алмаган күзәнәк яши аламы?

2.14. Күзәнәкнең бүленүе. Митоз

1. Үсемлекнең нинди өлешләрендә күзәнәкләр ешрак бүленәләр?
2. Амёба ничек үрчи?

Үрчү — тере организмнарның иң мөһим үзлекләреннән берсе. Барлык тере организмнар үрчүгә сәләтле. Бары үрчү, ягъни үзләренә охшашларны тудыру гына, бактерияләрнең, гөмбәләр, үсемлекләр, хайваннарның барлык төрләре саклануына булышлык итә.

Төрле организмнарның үрчү ысуллары бер-берсеннән нык аерылырга мөмкин, ләкин үрчүнең теләсә кайсы ысулының нигезендә күзәнәкләрнең бүленүе ята.

Күзәнәкләрнең бүленүе, мәсәлән, бер күзәнәкле тереклек ияләренеке — иң гади төзелешлеләр һәм бактерияләрнеке кебек, организмнар үрчегәндә генә бармый. Күп күзәнәкле организмның бердәнбер күзәнәктән үсеш алуы күзәнәкләрнең миллиардлаган бүленүләрен үз эченә ала. Моннан тыш, күп күзәнәкле организмның яшәү дәвамлылыгы аны төзегән күпчелек күзәнәкләрнең яшәү вакытыннан артып китә. Шуңа күрә күп күзәнәкле организмнарның барлык күзәнәкләре диярлек үлгән күзәнәкләрне алмаштыру өчен бүленергә тиеш. Организм җәрәхәтләнгәндә зарарланган органнарны һәм тукымаларны үз хәленә кайтару өчен дә, күзәнәкләрнең интенсив бүленүе кирәк.

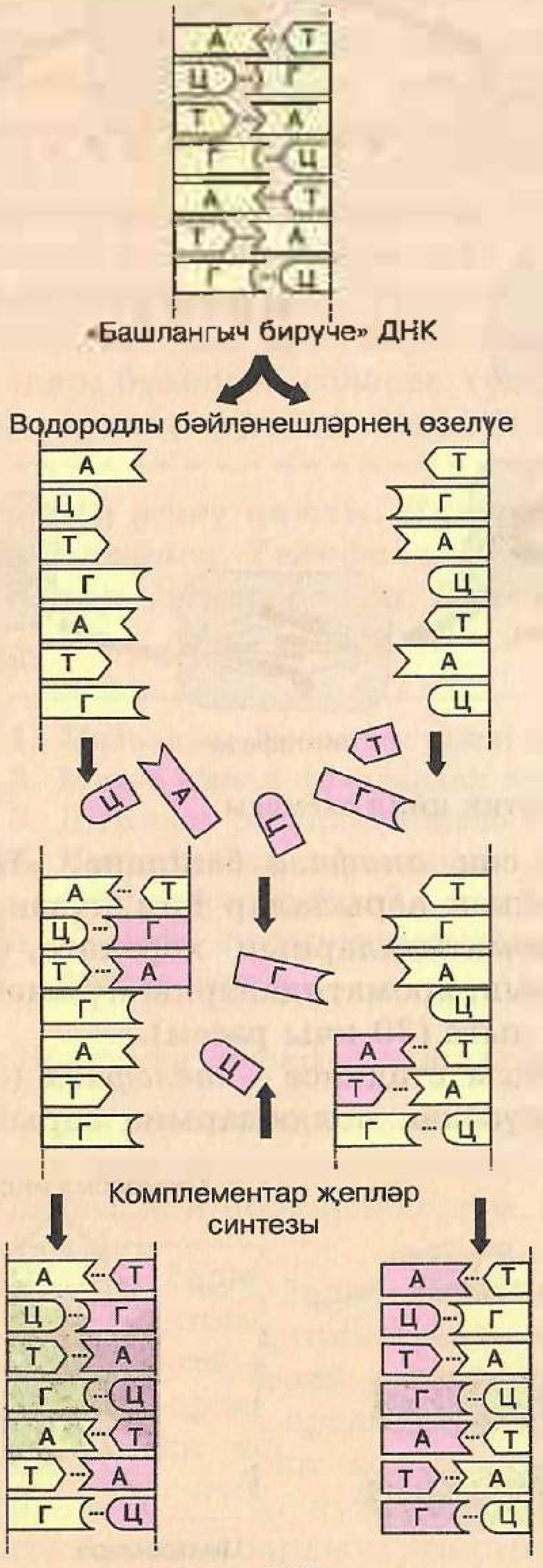
Күзәнәк бүленүнең төп ысулы булып *митоз* тора. Митоз эзлекле берничә фазада уза, бу фазалар нәтиҗәсендә башта — төш, ә аннары цитоплазма бүленә. Нәтиҗәдә хромосомалар җыелмасы элгәр (башлангыч биручe) күзәнәкнеке белән тәңгәл нәкъ бертөрле ике күзәнәк барлыкка килә. Күзәнәктә аның митоз нәтиҗәсендә барлыкка килгән мизгеленнән алып икенче бүленүенә яки үлеменә кадәр булган вакыт эчендә барган барлык процесслар эзлеклелеге *күзәнәкнең яшәү циклы* дип атала. Күзәнәкнең яшәү циклында аның барлыкка килүеннән алып икенче бүленү башлануга кадәрге өлеше *интерфаза* дип атала. Нәкъ интерфазада бүленүгә әзерлек бара. Монда мөһим процесс булып ДНКның икеләтә артуы исәпләнә. Һәр хромосома бердәй ике яртыдан — *хроматидалардан* тора.

ДНКның икеләтә артуы *редупликация* дип атала. Редупликация вакытында комплементар азотлы нигезләр аденин — тимин һәм гуанин — цитозин арасындагы водородлы бәйләнешләр махсус фермент белән өзеләләр (38 нче рәсем). ДНКның икеле спирален хасил итүче җепләр бер-берсеннән аерылып китәләр һәм бу җепләрнең һәрбер нуклеотидына комплементар нуклеотидлар килеп тезеләләр. Тезелүче нуклеотидлар ДНКның ике җебенә тоташалар, аларның һәрберсе ДНКның бер-берсеннән аерылып киткән җепләрнең күчермәсеннән гыйбарәт. Шулай итеп, редупликация нәтиҗәсендә «башлангыч бирүче» молекула җебеннән һәм яңа синтезланган җептән торган ДНКның ике бер үк төрле икеле спирале ясала. ДНКның икеләтә артуы процессында күп ферментлар катнаша. Һәм күзәнәктәге теләсә нинди синтездагы кебек, редупликациягә дә АТФ энергиясе тотыла.

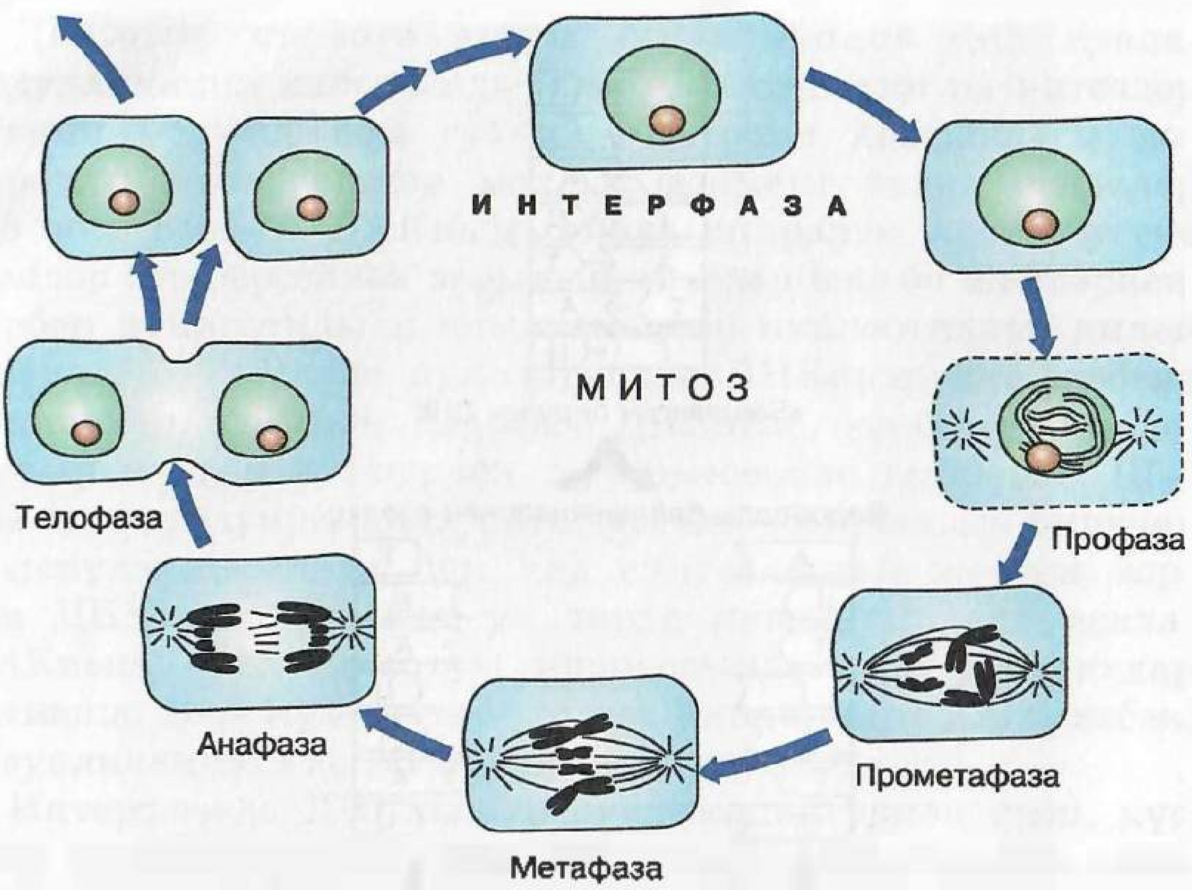
Интерфазада ДНКның редупликациясеннән тыш, күп кенә органоидларның, мәсәлән митохондрияләрнең, саны арта, тагын да бүленү процесслары өчен АТФ туплана һәм центриольләр икәләтә арта.

Митотик бүленү процессы *профазадан* башлана (39 нчы рәсем). Төш берникадәр зурая, хромосомалар спираль ясап бөтерелә һәм микроскоптан караганда инде күренә башлый. Профаза азагына күзәнәк үзәгенең интерфазада алдан икеләтә арткан центриольләре күзәнәк полюсларына аерылып китәләр (сүз әгәр хайван күзәнәгенең бүленүе турында барса, чөнки югары төзелешле үсемлекләрнең күзәнәк үзәгендә центриольләр булмый). *Бүленү орчыгы* формалаша башлый. Төшчекләр юкка чыга, төш тышчасы таркала, һәм төш тә бетә.

Митозның икенче этабы — *метафаза* башлана. Хромосомалар нык бөтереләләр. Аларның һәрберсенең билгеле бер формада булуы һәм ике бертөрле өлештән — хроматидадан торган озынча тәнчек икәне яхшы күренә. Хроматидалар *центромера* дип аталган өлкәдә үзара бер-берсе белән бердәм хромосомага тоташа (40 нчы рәсем). Метафаза вакытында һәрберсе ике «бала» хроматидадан торган хромосомалар күзәнәкнең экватор яссылыгында урнаша. Центриольләрдән килгән бүленү орчыгы җепләре центромера өлкәсендә һәр хромосомага тоташа.



38 нче рәсем. **ДНКның икеләтә артуын (редупликациясен) күрсәткән схема**



39 нчы рәсем. Митотик цикл схемасы

Метафазадан соң *анафаза* башлана. «Бала» хроматидалар бер-берсеннән аерылалар һәм күзәнәк полюсларына китәләр. Хроматидаларның хәрәкәте, бүлену орчыгы җепләре кыскарып, хроматидаларны күзәнәк полюсларына тартудан килеп чыга (39 нчы рәсем).

Митозның соңгы стадиясе — *телофаза* (39 нчы рәсем). Хроматидалар күзәнәк полюсларына барып җитәләр һәм

40 нчы рәсем. Интерфаза (өстә сулда) һәм метафаза (аста сулда) хромосомалары төзелешенең схемасы. Уңда — хромосоманың метафазадагы микрофоторәсеме

сүтеләләр. Алар тирәсендә яңадан төш тышчасы формалаша, һәм нәтиҗәдә ике төш ясала. Шуның белән берьюлы цитоплазма бүленә, органоидлар ике күзәнәккә бүленеп урнашалар. Һәм ниһаять, ике бертөрле күзәнәк бер-берсеннән аерыла.

Күзәнәк бүленү процессы профазадан башлап телофаза ахырына кадәр уртача 1—2 сәг бара, ә бу фазаларның һәрберсе 15—20 мин дәвам итә. Күп күзәнәкле организмнарда интерфаза, гадәттә, шактый озак бара. Кайбер күзәнәкләр, мәсәлән нейроннар, бүленүгә сәләтле түгел һәм туганнан үлгәнгә кадәр үзләренең функцияләрен башкаралар.

Митоз. Күзәнәкнең яшәү циклы. Интерфаза. Профаза. Метафаза. Анафаза. Телофаза. Редупликация. Хроматидалар. Центромера. Бүленү орчыгы.

?

1. Митозның биологик әһәмияте нәрсәдә?
2. Митоз нинди фазалардан тора?
3. ДНКның редупликациясе нәрсә ул?
4. Интерфазада күзәнәкнең бүленүгә әзерлеге өчен нәрсәләр була?
5. Күзәнәк цитоплазмасының бүленүе кайсы фазада бара?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Күзәнәк — Җирдә тереклекнең элементар берәмлеге. Ул тере организмның барлык үзлекләренә ия. Барлык организмнар төшсезләргә, яки прокариотларга, һәм төшлеләргә, яки эукариотларга бүленәләр.

Күзәнәк тышкы мембрана белән капланган, күзәнәкнең эче цитоплазма дип атала. Цитоплазмада нәселдәнлек материалы булган төш һәм төрле функцияләр башкаручы органоидлар урнашкан. Төп органоидлар: эндоплазматик челтәр, рибосомалар, Гольджи комплексы, лизосомалар, митохондрияләр, пластидалар, күзәнәк үзәге.

Тере күзәнәктә баручы барлык реакцияләр җыелмасы метаболизм дип атала. Күзәнәктә матдәләрнең биологик синтезы реакцияләре — ассимиляция. Энергия аерылып чыгу белән бара торган таркалу реакцияләре — диссимиляция. Ассимиляция һәм диссимиляция — үзара бәйләнгән процесслар.

АТФ — күзәнәктәге барлык процессларны энергия белән тәэмин итүче универсаль энергетик матдә. АТФ органик матдәләрнең ферментлар ярдәмендә тулы булмаган таркалуы яки CO_2 һәм H_2O га кадәр кислородлы тулы таркалуы (күзәнәк сулышы) нәтиҗәсендә барлыкка килә.

Органик матдәләрне табу ысулы буенча барлык күзәнәкләр автотрофларга һәм гетеротрофларга бүленәләр. Автотрофлар үзләренә кирәкле матдәләрне Кояш энергиясе исәбенә (фототрофлар) яки неорганик матдәләр оксидлашканда аерылып чыккан энергия исәбенә (хемотрофлар) мөстәкыйль рәвештә синтезларга сәләтле.

Җирдә тереклек иядәре өчен төп энергия чыганагы — Кояш. Кояш энергиясе яшел үсемлекләрнең пластидаларында фотосинтез нәтиҗәсендә АТФ энергиясенә әверелә. Фотосинтезның яктылык фазасында тупланган энергия караңгылык фазасында CO_2 һәм H_2O дан глюкоза синтезы өчен тотыла. Фотосинтезның яктылык фазасында су фотолизы бара, нәтиҗәдә атмосферага кислород бүленеп чыга.

Гетеротроф организмнар сапрофитларга, паразитларга һәм голозойларга бүленәләр. Сапрофитлар үлгән организмнарның органик матдәләре белән тукланалар, ә паразитлар — тере организмнарның органик матдәләре белән. Голозойларга туклыклы матдәләрне катлаулырак ысуллар белән йоту һәм үзләштерү хас.

Ассимиляциянең төп процессы булып аксымнар синтезы тора. Теләсә нинди аксымның структурасы турында информация ДНК нуклеотидларының триплетларына салынган. ДНКның бер аксым структурасы турындагы информация кодка салынган өлеше ген дип атала. Транскрипция — иРНК синтезы. иРНКга тезелгән рибосомаларда аксым синтезы бара. иРНК нуклеотидлары эзлеклелегеннән информацияне аксым аминокислоталары эзлеклелегенә күчерү процессы трансляция дип атала. Күп күзәнәкле организмның һәр күзәнәгендә тулы геннар җыелмасы була, ләкин күзәнәк генетик информациянең бары бер өлешен генә файдалана.

Күзәнәк бүленүнең төп ысулы — митоз; митоз профазадан, метафаза, анафаза һәм телофазадан тора; күзәнәкнең ике бүленү арасы — интерфаза.

Тән күзәнәкләрендә, кагыйдә буларак, диплоидлы (2n) хромосомалар җыелмасы.

3 нче бүлек

Организм дәрәҗәсе

Бу бүлектән сез

- *тере организмнарның үрчү ысуллары;*
- *хайваннарда эмбрионның үсеше;*
- *үзгәрүчәнлекнең асылы;*
- *балаларның һәрвакыт үз эти-әниләренә охшамавының сәбәбе;*
- *нәселдәнлек законнары һәм алардан кеше үзенең практик эшчәнлегендә ничек файдалануы турында*

белерсез

3.1. Организмнарның җенессез үрчүе

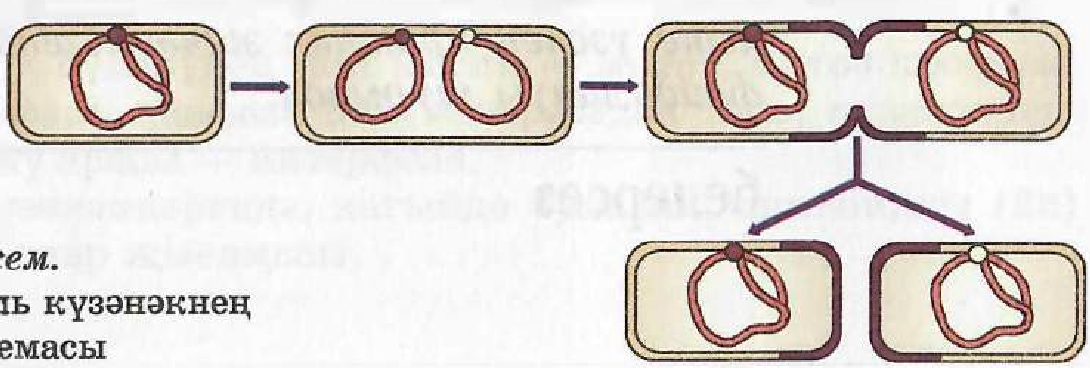
1. Барлык тереклек иялəре дə үрчүгə сəлəтлеме?
2. Үрчүнең нинди төре беренче барлыкка килгəн?

Үрчүгə сəлəтлелек — тере организмнарның иң мөһим үзлеге булуын сез инде белəсез. Җирдə иң борынгы үрчү ысулы *җенессез үрчү* була. Җенессез үрчегəндə, яңа буынга башлангыч бирүче зат тəненең бер яки берничə күзəнəге бүленə. Бу вакытта бөтен яктан башлангыч бирүче, яки əлгəр затка охшаган бер яки берничə бала зат барлыкка килə. Җенессез үрчү төрле тере организмнарда төрлечə узарга мөмкин.

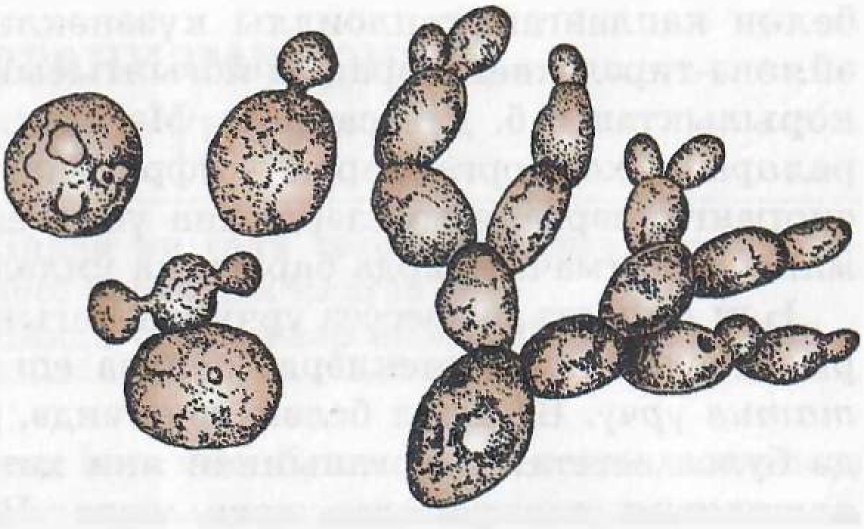
Бактериялəрдə үрчү алдыннан бердəнбер хромосома икелəтə арта, күзəнəк сузыла, күзəнəк полюсларына аерылып китүче хромосомалар арасында бүлге барлыкка килə һəм ике күзəнəк хасил була (41 нче рəсем).

Күп кенə иң гади төзелешлелəр һəм бер күзəнəкле суүсемнəр, мəсəлəн амёбалар, кайбер инфузориялəр, яшел эвглена, хламидомонада, бер күзəнəктəн ике күзəнəк хасил итеп, митоз юлы белəн бүленəлəр.

Җенессез үрчүнең икенче ысулы — *бөрелəнү*. Түбəн төзелешле гөмбəлəрнең күбесе, мəсəлəн чүпрə (42 нче рəсем) һəм хəтта күп күзəнəкле хайваннар, мəсəлəн төче су гидрасы, бөрелəнү юлы белəн үрчилəр (43 нче рəсем). Чүпрə бөрелəнгəндə, күзəнəктə төер барлыкка килə, һəм ул əкренлəп тулы кыйммəтле бала күзəнəккə əверелə. Гидра



41 нче рəсем.
Бактериаль күзəнəкнең бүленү схемасы

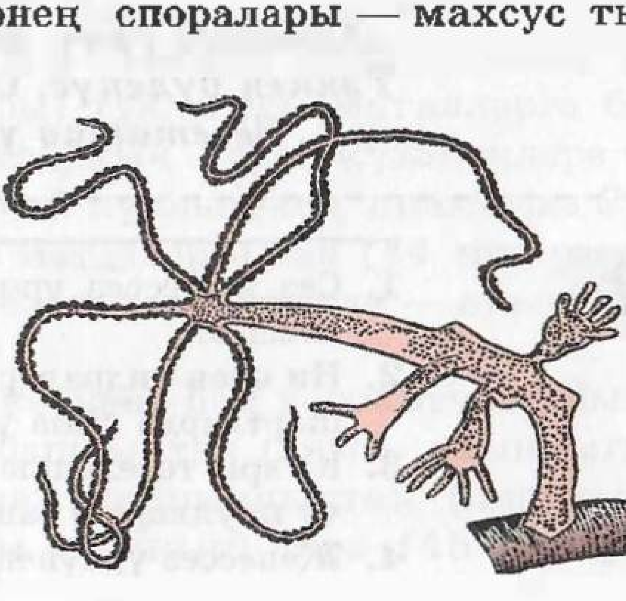


42 нче рәсем.
Чүпрәнең бөреләнү юлы белән үрчүе

тәнендә берничә күзәнәк бүленә башлый, һәм башлангыч бирүче затта әкренләп кечкенә гидра үсеп чыга, аның кармавычлар белән авызы һәм «элгәр»енең эчәк куышлыгына тоташкан эчәк куышлыгы барлыкка килә. Әгәр элгәр зат табыш эләктерсә, туклыклы матдәләрнең бер өлеше кечкенә гидрага да элгә, һәм киресенчә, бала зат шулай ук үзенең табышын элгәр зат белән «бүлешә». Тиздән кечкенә гидра элгәр организмнан аерыла һәм, гадәттә, аның белән рәттән урнаша. Хәзер бу ике зат азык өчен конкурентларга әйләнәләр. Менә шуның өчен гидралар, яшәү шартлары яхшы һәм азык җитәрлек булганда гына, бөреләнү юлы белән үрчиләр.

Кайбер хайваннар *тәне* берничә өлешкә *бүлену* юлы белән үрчергә мөмкин һәм һәр өлештән барлык яктан элгәр (башлангыч бирүче) затка охшаган, тулы кыйммәтле организм үсә (яссы һәм божра суалчаннар, энәтирелеләр).

Күпчелек үсемлекләр *споралар* ярдәмендә җенессез үрчүгә сәләтле (бу спораларны бактерияләр спорасы белән бутамагыз!). Үсемлекләрнең споралары — махсус тышча



43 нче рәсем.
Гидраның бөреләнүе

белән капланган, гаплоидлы күзәнәкләр. Тышча аларны әйләнә-тирәлекнең зарарлы йогынтысыннан — салкыннан, корылыктан һ.б. дан саклый. Мәсәлән, абагаларның спералары махсус органнарда — яфракларының аскы ягында спорангийларда, ә мүкләрдә ана үсемлекләрнең очындагы махсус тартмачыкларда барлыкка киләләр.

Һәм ниһаять, җенессез үрчүнең тагын бер ысулы — югары төзелешле үсемлекләрдә аеруча еш очрый торган *вегетатив үрчү*. Бу ысул белән үрчегәндә, үсемлекнең нинди дә булса вегетатив органыннан яки хәтта органының бер өлешеннән яңа үсемлек үсеп чыга. Шулай үсемлекләр, мәсәлән, сабак яки аның бер өлешеннән һәм үзгәргән бәбәкләрдән: үрентеләр (карлыган), чыбыкчалар (тополь), мыекчалар (каен җиләге), бүлбеләр (бәрәңге), тамырчалар (ирис), суганчалардан (суган, сарымсак, тюльпан) үрчергә мөмкин. Вегетатив үрчү тамырлар (кура җиләге, слива) һәм тамыр-бүлбеләрдән (георгин) булырга мөмкин. Билгеле бер шартларда үсемлек яфрак сабыннан да үрчи ала (бегония).

Җенессез үрчү уңайлы шартларда төрнең санын бик тиз арттырырга мөмкинлек бирә. Ләкин бу ысул белән үрчегәндә, барлык яңа буыннарның генотибы башлангыч биргән затныкы кебек кенә була, чөнки алар бу зат тәненең күзәнәкләреннән үсеш алалар. Димәк, җенессез үрчегәндә, төрнең яшәү шартлары үзгәргән очракта бик файдалы булып чыккан генетик төрлелек артмый. Менә шушы сәбәптән Җирдәге күпчелек тере организмнар периодик яки даими рәвештә җенси юл белән үрчиләр.

Җенессез үрчү. Бөреләнү.
Тәннең бүленүе. Споралар.
Вегетатив үрчү.

?

1. Сез җенессез үрчүнең нинди төрләрен әйтә аласыз?
2. Ни өчен гидралар җенессез юл белән уңайлы шартларда гына үрчиләр?
3. Югары төзелешле үсемлекләрдә вегетатив үрчү ысулларын санагыз.
4. Җенессез үрчүнең кимчелеге нәрсәдә?

3.2. Организмнарның җенси үрчүе

1. **Нинди иң гади төзелешлеләрдә җенси процесс барлыкка килгән?**
2. **Нинди үсемлекләр икеөйлеләр дип атала?**

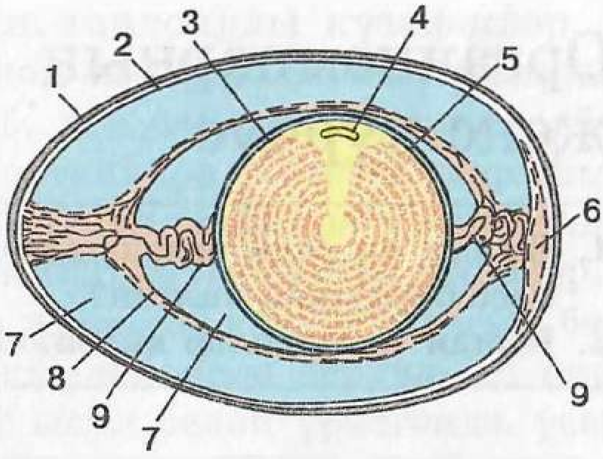
Җенси үрчегәндә, һәр яңа буын ике специальләшкән күзәнәк — *гаметалар* кушылу нәтиҗәсендә барлыкка килә. Гаметалар ата һәм ана затларның махсус органнарында ясалалар. Җенси үрчүнең асылы ана һәм ата затларның генетик информациясе кушылудан гыйбарәт, нәтиҗәдә яңа буында генетик төрлелек арта, димәк, ата-ана белән чагыштырганда, яшәүгә сәләтлелек тә югарырак була.

Эчәккуышлылар, яссы һәм божра суалчаннар, кайбер моллюсклар кебек ике җенесле хайваннар — *гермафродитлар* — тарихи яктан борынгырак күрәсең. Ләкин эволюция барышында аерым җенесле төрләр өстенлек итә башлый. Кайвакыт җенси процесста ике зат генетик материалларын алмашалар гына. Бу вакытта затлар саны артмый, ләкин нәтиҗәдә аларның һәрберсе яңа генетик материал ала. Мәсәлән, инфузорияләрдә җенси процесс шулай бара.

Хайваннарның җенес күзәнәкләре — гаметалар — җенес органнарында ясала: ата затларның *орлыклыкларында* — *сперматозоидлар*, ә ана затларның *күкәйлекләрендә күкәй күзәнәкләр* өлгерә.

Күкәй күзәнәкләр хәрәкәтсез, гадәттә, эре була һәм аларда туклыклы матдәләр туплана. Имезүчеләрнең күкәй күзәнәгенең диаметры 0,1 мм га якын; балыкларның күкәй күзәнәкләре (уылдыклары) туклыклы матдәләргә баерак һәм шактый эрерәк. Кошларның күкәй күзәнәкләре тагын да эрерәк. Тавыкның күкәй күзәнәгенең диаметры 3 см га якын, сарысы туклыклы матдәләргә бай (44 нче рәсем). Ә иң эре күкәй күзәнәк сельдь акуласында — аның диаметры 23 см дан артыграк!

Сперматозоидлар бик кечкенә һәм хәрәкәтчән. Имезүчеләрнең сперматозоиды башчыктан (аның озынлыгы 5—10 мкм), муенчыктан һәм койрыкчыктан (аларның гомуми озынлыгы 60 мкм га якын) тора (45 нче рәсем).

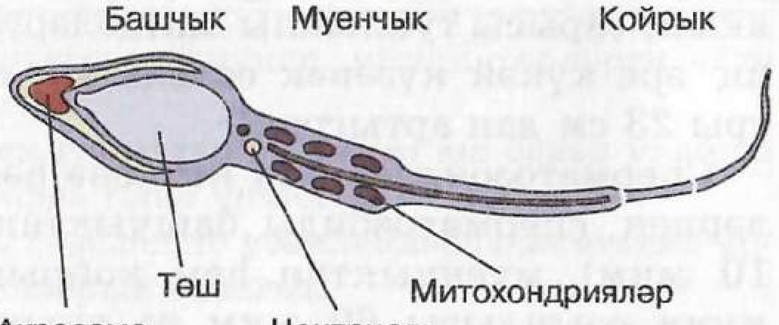


44 нче рәсем. Тавык күкәе төзелешенең схемасы: 1 — кабыгы, 2 — кабык асты элпәсе, 3 — күкәй сарысы: 4 — яралгы дискы, 5 — сары тышчасы, 6 — һава камерасы, 7 — аксым тышча, 8 — аксым тышчаның җепселле катламы, 9 — халаза (күкәй күзәнәкне билгеле бер торышта тотучы аксым җепләр)

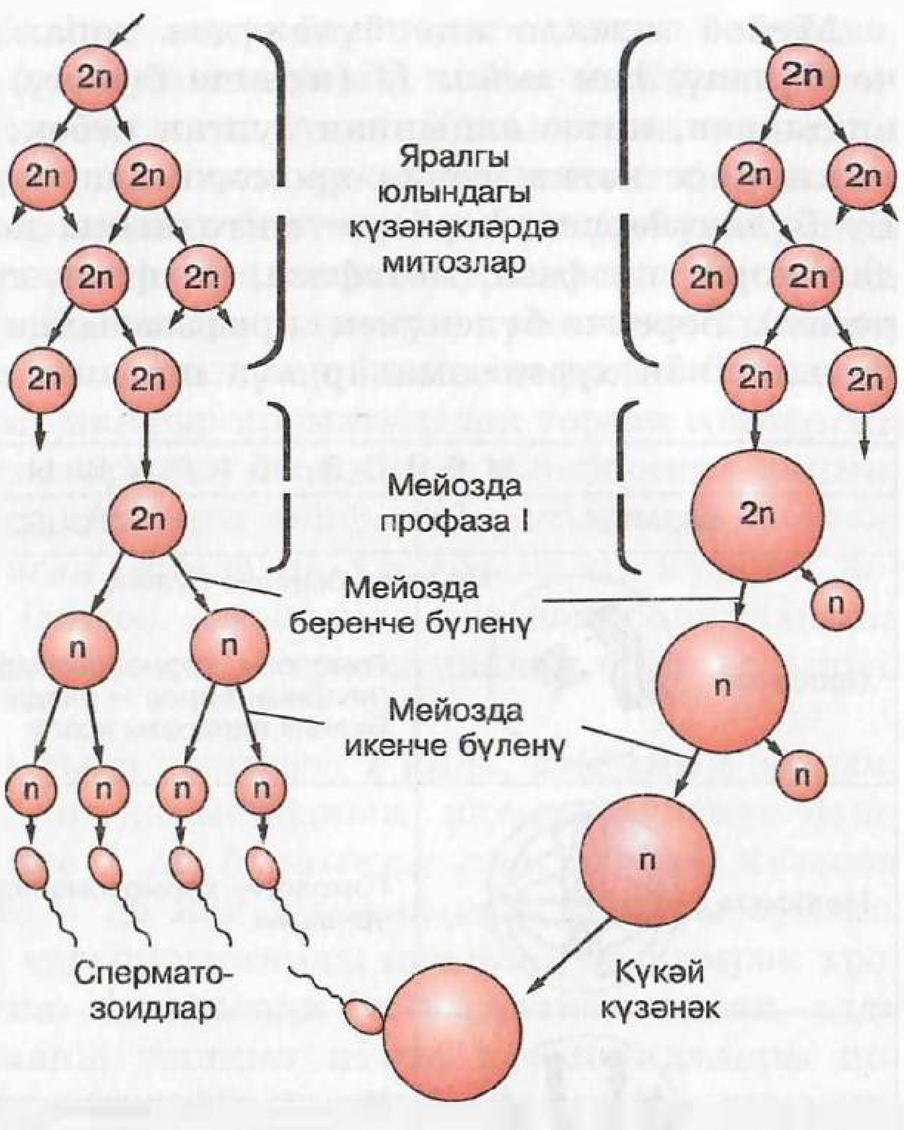
Башчыкта хромосомалар җыелмасы гаплоидлы булган төш урнашкан. Башчыкта цитоплазма бик аз. Муенчыкта сперматозоидлар хәрәкәте өчен кирәкле энергияне эшләп чыгаручы митохондрияләр һәм центриоль урнашкан. Центриоль койрыкчык күчәре буенча яткан камчының тирбәнүен тәэмин итә.

Җенес күзәнәкләренең үсеше. Җенес күзәнәкләренең — сперматозоидларның һәм күкәй күзәнәкләрнең барлыкка килү процессы *гаметогенез* дип атала. Ул үзе берничә стадиягә бүленә (46 нчы рәсем).

Беренче стадия — *үрчү периоды.* Бу периодта беренчел җенес күзәнәкләре митоз юлы белән бүленәләр һәм аларның саны арта. Имезүчеләрнең ата затларында (шул исәптән кешедә дә) бу процесс җенси җитлегүдән алып картаеп беткәнчегә кадәр дәвам итә. Ә имезүчеләрнең ана затларында (шул исәптән хатын-кызларда) беренчел җенес күзәнәкләре яралгының ана карынындагы үсеш периодын-



45 нче рәсем. Имезүчеләр сперматозоидының төзелеше



46 нчы рәсем. Гаметогенез схемасы: сперматозоидлар (сулда) һәм күкәй күзәнәкләр (уңда) үсеше

да гына бүленәләр һәм җенси өлгерүгә кадәр тынлык халәтендә сакланалар.

Икенче стадия — булачак гаметаларның *үсү периоды.* Булачак сперматозоидлар бик аз үзгәрәләр, алар бик кечкенә, ә булачак күкәй күзәнәкләр бик күпкә зураялар.

Гаметалар формалашуның өченче стадиясе — *өлгерү периоды*, яки *мейоз.*

Мейоз — күзәнәкләр бүленүнең үзенә бер төре, мейозда бала күзәнәкләрдә хромосомалар саны ике тапкыр кими. Бу җенси үрчегәндә, организм күзәнәкләрендә хромосомалар санын даими тоту өчен кирәк. Мисалда ачыклыйбыз. Кеше тәненең һәр күзәнәгендә диплоидлы хромосомалар җыелмасы (2n) 46 га тигез. Яңа организм күкәй күзәнәк белән сперматозоид кушылган мизгелдә барлыкка килә. Туачак бала күзәнәкләрендә дә 46 шар хромосома булсын өчен, күкәй күзәнәктә һәм сперматозоидта гаплоидлы хромосомалар җыелмасы ($1n$), ягъни 23 шәр хромосома булырга тиеш.

Мейоз эзлекле ике бүленүдән тора: *мейоз I* (беренче бүлену) һәм *мейоз II* (икенче бүлену). Беренче бүлену алдыннан, митоз алдыннан булган кебек, ДНКның редупликациясе нәтиҗәсендә хромосомалар ике тапкыр арта. Бу бүленүләрнең һәрберсе митозныкы кебек үк фазалардан тора: профаза, метафаза, анафаза, телофаза (47 нче рәсем). Беренче бүленүнең профазасында (профаза I) спиральләшкән хромосомалар «үз парын», ягъни гомологик

МЕЙОЗ БАРЫШЫ	
ФАЗАЛАР	ПРОЦЕССЛАР
Мейозда беренче бүлену	
Профаза I	Гомологик хромосомаларның парлашуы (аларның берсе — анадан, икенчесе — атадан). Бүлену аппараты ясалу
Метафаза I	Гомологик хромосомаларның экватор буйлап урнашуы
Анафаза I	Икешәр хроматидадан торган хромосомалар парларының аерылуы һәм аларның полюсларга китүе
Телофаза I	Бала күзәнәкләр барлыкка килү
Мейозда икенче бүлену	
Профаза II Метафаза II Анафаза II	Телофаза I дә барлыкка килгән бала күзәнәкләр митотик бүленәләр. Центромералар бүленәләр, һәр ике бала күзәнәк хромосомаларының хроматидалары күзәнәк полюсларына аерылып китәләр
Телофаза II	Дүрт гаплоидлы төш яки күзәнәкләр барлыкка килү (мүкләрдә һәм абагаларда споралар барлыкка килү)

47 нче рәсем. Мейоз схемасы

хромосоманы таба, һәм аның белән тыгызланып бөтерелә. Бу — гомологик хромосомаларның кыска вакытка кушылу процессы *конъюгация* дип атала. Конъюгация вакытында гомологик хромосомаларда аркылыга өзелүләр булырга мөмкин һәм хромосомалар бертөрле өлешләре белән алмашыналар. Бу күренешне *хромосомалар кисешүе* дип атыйлар (3.8 не кара). Коньюгациядән соң гомологик хромосомалар бер-берсеннән аерылалар һәм метафаза I башлана. Бу фазада һәрберсе икешәр хроматидадан торган гомологик хромосомалар экваториаль яссылыкта бер-берсенә капма-каршы урнашалар. Аннары анафаза I вакытында икешәр хроматидадан торган гомологик хромосомалар күзәнәк полюсларына китә (митоз вакытында күзәнәк полюсларына хромосомаларның яртысы — хроматидалар гына аерылып киткән иде).

Аннары кыска гына телофаза I килә, һәм аның артыннан ук мейоз II, ягъни мейозның икенче бүленүе башлана. Монда мейоз I дә барлыкка килгән ике күзәнәк бүленә. Метафаза II дә ике күзәнәк экваторлары буйлап, метафаза I белән чагыштырганда, ике тапкыр кимрәк хромосомалар урнаша. Анафазада бала күзәнәкләрнең алда бердәм хромосоманы тәшкил иткән хроматидалары полюсларга аерылып китә. Мейоз нәтиҗәсендә бер диплоидлы күзәнәктән ($2n$) дүрт гаплоидлы күзәнәк ($1n$) барлыкка килә.

Шулай итеп, мейозның асылы шунда: хромосомалар бер тапкыр икеләтә артканнан соң, күзәнәкнең бер-бер артлы ике бүленүе була һәм һәр җенес күзәнәге n хромосома гына ала. Моннан тыш, конъюгация вакытында хромосомалар кисешкәндә, гаметаларда геннарның яңа комбинацияләре ясала. Ата затларда мейоз нәтиҗәсендә барлыкка килгән гаплоидлы күзәнәкләрнең дүртесе дә сперматозоидларга әверелә. Бу вакытта булачак сперматозоидның төше кечерәя, камчы барлыкка килә, ә митохондрияләр муенчыкта камчы төбе тирәли урнашалар.

Ә менә күкәй күзәнәк җитлеккәндә, мейоз башкача бара: цитоплазма мейозда барлыкка килгән күзәнәкләр арасында тигез бүленми. Шуның белән бергә, барлыкка килгән дүрт күзәнәкнең бары берсе генә тулы кыйммәтле һәм яшәүгә сәләтле була, ә калган өч бала күзәнәк *юнәлдергеч тәнчекләргә* әвереләләр.

Ата затларның орлыкларында сперматозоидлар ана затларның күкәйлекләрендәге күкәй күзәнәкләргә караганда күп тапкыр артыграк өлгерәләр. Мәсәлән, ир-атларда бөтен гомере буена 10^{10} сперматозоид, ә хатын-кызларда бары 300—400 күкәй күзәнәк ясала.

Гаметалар. Гермафродитлар. Орлыклыклар. Күкәйлекләр. Сперматозоидлар. Күкәй күзәнәкләр. Үрчү периоды. Үсү периоды. Җитлегү (өлгерү) периоды. Мейоз: мейоз I һәм мейоз II. Конъюгация. Юнәлдергеч тәнчекләр.

---

1. Җенси үрчүнең җенессез үрчүдән өстенлеге нәрсәдә?
2. Нинди хайваннарны гермафродитлар дип атыйлар?
3. Сперматозоидның төзелеше нинди?
4. Мейоз нинди стадияләрдән тора?
5. Мейозда бер күзәнәктән ничә күзәнәк барлыкка килә? Аларда ничә хромосома була?

3.3. Аталану

1. Нинди үсемлекләргә икеләтә аталану хас?
2. Имезүчеләрнең аталануы кайда уза?

Ана һәм ата гаметаларның кушылу процессы *аталану* дип атала. Суда яшәүче хайваннар — балыклар, амфибияләр — гаметаларын суга чәчәләр. Аларның аталану процессы суда бара, һәм бу *тышкы аталану* дип атала.

Коры җир хайваннарында тышкы аталану була алмый, аларның сперматозоидлары турыдан-туры ана зат организмына эләгергә тиеш, һәм шунда *эчке аталану* була; шуның белән бергә, сперматозоидлар саны шактый күп булырга тиеш, чөнки аларның барысы да күкәй күзәнәккә барып җитми.

Аталану нәтиҗәсендә сперматозоид белән күкәй күзәнәкнең гаплоидлы төшләре кушыла һәм организм үсешенең бер күзәнәкле стадиясе — *зигота* барлыкка килә. Шуның белән бергә, соматик күзәнәкләргә хас диплоидлы җыелма булдырыла, һәм зигота, митоз юлы белән бүленеп, барлык тукымаларга һәм органнарга башлангыч бирә.

Ябык орлыклы үсемлекләргә *икеләтә аталану* хас. Аның өстенлеге — орлыкларның өлгерүен тизләтүче туклыклы тукыма *(эндосперм)* барлыкка килүдә.

Аталану. Зигота.
Тышкы аталану.
Эчке аталану.
Ябык орлыклыларда икеләтә аталану.
Эндосперм.

---

1. Ни өчен тышкы аталануга сперматозоидларның саны күп булу кирәк?
2. Зигота нәрсә ул?
3. Ни өчен коры җирдә тышкы аталануның булуы мөмкин түгел?

3.4. Организмнарның индивидуаль үсеше. Биогенетик закон

1. **Имезүчеләрнең яралгысы кайда үсеш ала?**
2. **Зигота нәрсә ул?**

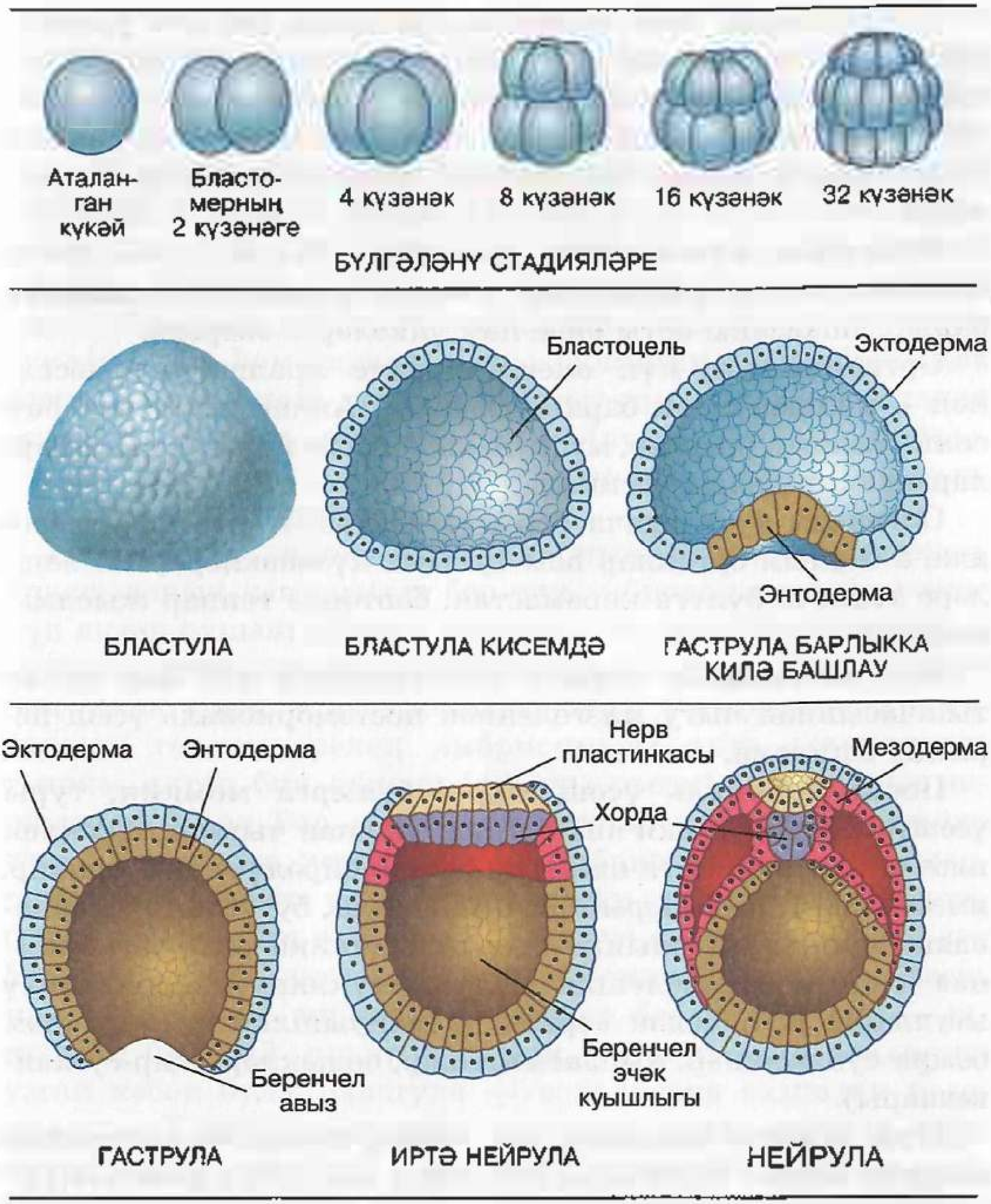
Җенси үрчегәндә, организмга бер күзәнәк — зигота — башлангыч бирә, җенессез үрчегәндә, организм бер яки берничә күзәнәктән үсә. Ләкин һәр ике очракта да, аз санлы күзәнәкләр тулы бер организмга әйләнсен өчен, катлаулы, бер-берсен алмаштыручы эверелешләр кирәк. Теләсә нинди затның зигота яралган мизгелдән башлап соңгы көненә кадәр булган индивидуаль үсеш процессы *онтогенез* (грекча ŏntos — чын һәм gĕnesis — чыгыш) дип атала.

Онтогенез ике периодка бүленә: эмбриональ (грекча embrion — яралгы) һәм постэмбриональ период. *Эмбриональ период (эмбриогенез)* зигота хасил булган мизгелдән башлап туганчыга кадәр (мәсәлән, имезүчеләрдә) яки күкәй тышчаларыннан чыкканга кадәр (мәсәлән, кошларда) дәвам итә. *Постэмбриональ период* затның туу мизгеленнән башланып соңгы көненә кадәр дәвам итә.

Эмбриональ период. Барлык күп күзәнәкле организмнарда яралгының эмбриональ үсеш стадияләре бер үк төрле, ләкин алар төрлечә узарга мөмкин. Кайбер хайваннарның күкәй күзәнәкләрендә туклыклы матдәләр аз була, һәм барлыкка килгән зигота ирекле үсеш алырга мөмкин. Башкаларының күкәй күзәнәге, үзләре зур булмасалар да, туклыклы матдәләргә бай була, һәм зиготаның үсеше бөтенләй башкача уза. Мондый үсеш кошларга хас.

Ланцетник яралгысының эмбриональ үсешен тикшерик (48 нче рәсем). Аның беренче этабы *бүлгәләнү* дип атала. Аталанган күкәй күзәнәк — зигота — митоз юлы белән бүленә башлый. Беренче бүленү вертикаль яссылыкта уза, һәм зигота *бластомерлар* дип аталган ике бертөрле күзәнәккә бүленә (грекча blastós — яралгы һәм méros — өлеш, кисәк). Бластомерлар бер-берсеннән аерылып китмиләр, тагын бүленәләр, һәм 4 күзәнәк барлыкка килә. Өченче бүленү горизонталь яссылыкта уза, һәм 4 бластомердан 8 бластомер ясала. Алга таба буйга һәм аркылыга бүленүләр бер-берсен алмаштыра, тагын да күбрәк бластомерлар барлыкка килә. Бүленүләр бик тиз уза, бластомерлар үсми, хәтта әзлекле бүленүләрдән кечерәя генә баралар. Әкренләп бластомерлар бер катлау ясап урнашалар һәм эче куыш шар — *бластула* барлыкка китерәләр (48 нче рәсемне кара). Бластула эчендәге куышлык *тәннең беренчел куышлыгы,* яки *бластоцель* дип атала.

Бластула полюсларының берсендә стенка күзәнәкләре, митоз юлы белән бик тиз бүленеп, тәннең беренчел куышлыгы эченә иңеп керә башлый (48 нче рәсемне кара). Шулай яралгының эчке, икенче катлау күзәнәкләре ясала. Барлыкка килгән ике катлы шарчык *гаструла* (грекча gaster — ашказаны) дип атала (48 нче рәсемне кара). Күзәнәкләрнең тышкы катлавы *эктодерма,* яки *тышкы яралгы җәймәсе* дип, ә эчкесе *энтодерма,* яки *эчке яралгы җәймәсе* дип атала. Гаструла эчендә барлыкка килгән



48 нче рәсем. **Ланцетникның аталанган күкәй күзәнәге бүлгәләнүе һәм яралгы җәймәләренең барлыкка килүе**

куышлык *беренчел эчәк* дип, ә беренчел эчәккә ачылган тишем *беренчел авыз* дип атала (48 нче рәсемне кара). Аннан соң энтодерма белән эктодерма арасында өченче яралгы җәймәсе — *мезодерма* хасил була. Яралгының бу стадиясе *нейрула* дип атала. Нейрула стадиясендә булачак хайванның тукымалары һәм органнары формалаша башлый.

Эктодермадан нерв пластинкасы ярала (48 нче рәсемне кара), алга таба аннан *нерв көпшәсе* үсеш ала. Умырткалы хайваннарда нерв көпшәсеннән арка һәм баш мие барлыкка килә. Эктодермадан күрү, сизү һәм ишетү органнары системалары, шулай ук тиренең тышкы катлавы формалаша.

Энтодерма күзәнәкләре көпшәне — булачак эчәклекне барлыкка китерә, ә яралган эчәклек үсентеләре соңыннан бавыр, ашказаны асты бизе һәм үпкәләргә әверелә.

Организмның күп өлеше өченче яралгы җәймәсеннән — мезодермадан барлыкка килә. Аннан кимерчәк һәм сөяк скелеты, бөерләр, мускул, җенес һәм йөрәк-кан тамырлары системалары үсеш ала.

Организм тулысынча бер күзәнәктән — зиготадан үсеш ала, ә барлык органнар һәм тукыма күзәнәкләре, төзелешләре төрлечә булуга карамастан, бертөрле геннар җыелмасына ия.

Постэмбриональ период. Организмның туу яки күкәй тышчасыннан чыгу мизгеленнән постэмбриональ үсеш периоды башлана.

Постэмбриональ үсеш *туры* булырга мөмкин, туры үсештә күкәйдән яки ана организмыннан чыккан тереклек иясе олы организмга охшаган була (сөйрәлүчеләр, кошлар, имезүчеләр), һәм *туры булмаган* үсеш, бу үсештә эмбриональ периодта барлыкка килгән личинка олы организмнан гадирәк төзелешле булуы, туклану, хәрәкәтләнү ысуллары һ.б. белән аерыла (эчәккуышлылар, яссы һәм боҗра суалчаннар, кысласыманнар, бөҗәкләр, җир-су хайваннары).

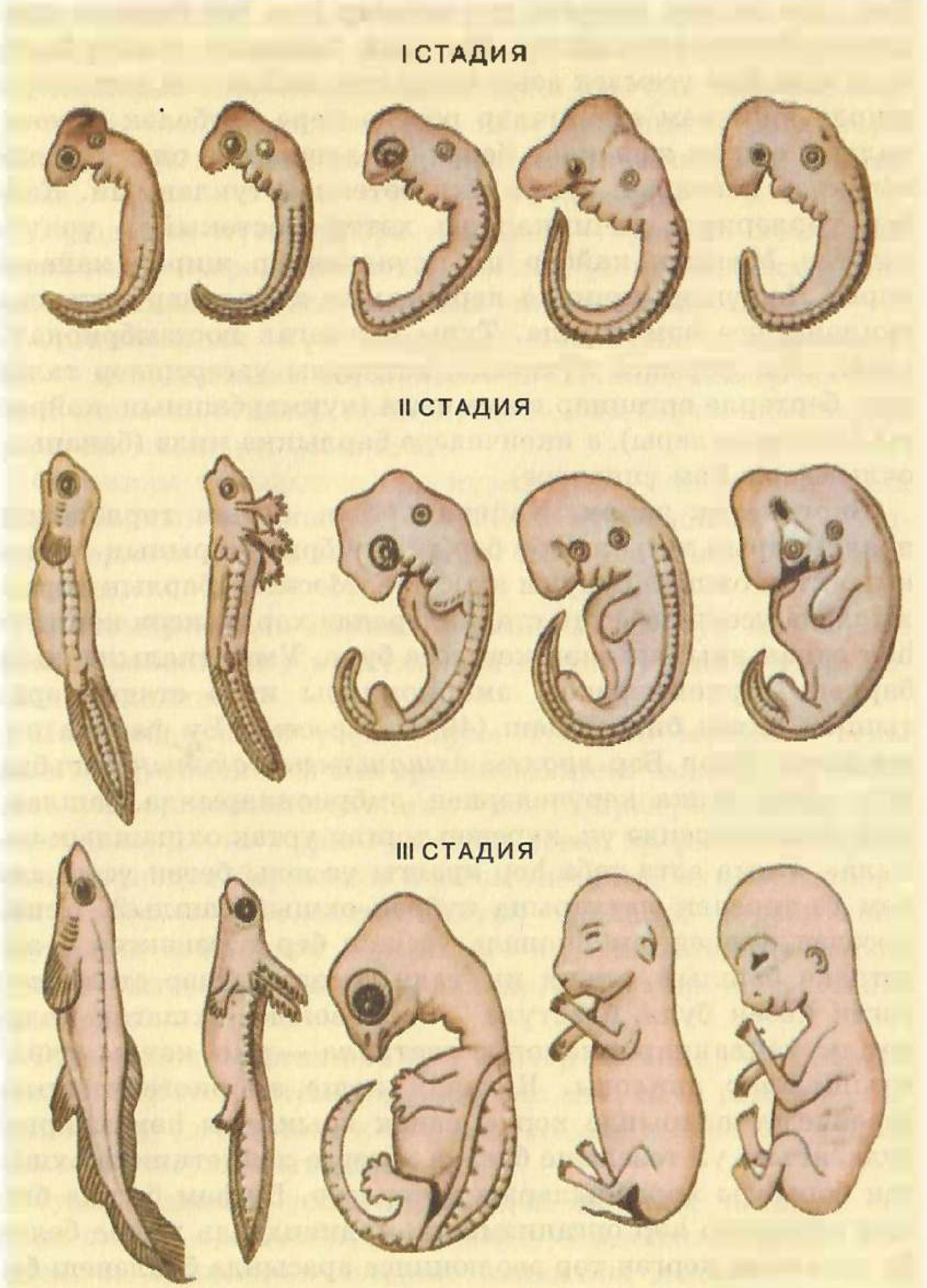
Туры үсештә организм үсә, кайбер органнар системасы, мәсәлән, җенес системасы һ.б. үсеш ала. Шул рәвешле, организм зур үзгәрешләр кичерә, ләкин аның төзелеш планы һәм яшәү ысулы үзгәрми.

Туры булмаган үсештә күкәйдән личинка чыга; бу еш кына андый организмнарга кайбер өстенлекләр бирә. Мәсәлән, аз хәрәкәтләнүчән ике капкачлы моллюск тешсез әкәм-төкәмнең ирекле йөзә торган личинкасы, кабырчыгының тешле капкачлары белән балык тәненә ябышып, үзенең тереклек итү урыныннан еракка китәргә мөмкин. Берегеп яшәүче асцидияләрнең личинкалары үзләре ерак араларга күчәргә сәләтле. Кагыйдә буларак, личинкалар

һәм олы затлар төрлечә туклананалар һәм бер-берсенә конкурент булып тормыйлар. Мәсәлән, бакаың чукмарбашы суда яши һәм үсемлек азык белән туклана, ә олы заты коры җирдә яши һәм ерткычлар рәтенә керә. Күбәләк гусеницалары ешрак яфраклар белән туклананалар, ә олы күбәләк чәчәкләр нектарын суыра яки бөтенләй тукланмый. Кайбер төрләрнең личинкалары хәтта мөстәкыйль үрчүгә сәләтле. Мәсәлән, кайбер яссы суалчаннар, җир-су хайваннары. Яшәүнең личинка периодында хайваннар интенсив туклана, үсә һәм тарала. Туры булмаган постэмбриональ үсеш, олы формага күчкәндә, катлаулы үзгәрешләр таләп итә: бертөрле органнар юкка чыга (чукмарбашның койрыгы һәм саңаклары), ә икенчеләре барлыкка килә (бакаың очлыклары һәм үпкәләре).

Биогенетик закон. Хайваннарның аерым төрләренең яралгыларын чагыштыру бер тип эмбрионнарының үсеше күп яктан охшаш булуын күрсәтте. Мәсәлән, барлык хордалыларда үсешнең иртә стадияләрендә хорда, нерв көпшәсе һәм саңак ярыклы эчәк көпшәсе була. Умырткалыларның барлык төркемнәренең эмбрионнары иртә стадияләрдә тышкы яктан бик охшаш (49 нчы рәсем). Бу фактка нигезләнеп, Карл Бэр *яралгы охшашлыгы законын* тәгъбир итә: «Бер типка керүчеләрнең эмбрионнарында, башлангыч стадияләрендә үк, күренеп торган уртак охшашлык чагыла». Әмма алга таба һәр яралгы үз юлы белән үсеш ала һәм үз төренең затларына күбрәк охшый башлый. Кеше, мәсәлән, үзенең эмбриональ үсешен бер күзәнәктән — зиготадан башлый, ягъни иң гади төзелешлеләр стадиясен узган кебек була, бластула — вольвокска охшаган колониаль хайваннар аналогы, гаструла — ике катлы эчәккуышлылар аналогы. Булачак кеше эмбриогенезының беренче атналарында хорда, саңак ярыклары һәм койрык була, ягъни ул төзелеше буенча хәзерге ланцетникка охшаган борынгы хордалыларны хәтерләтә. Бу һәм башка бик күп мисаллар һәр организмның индивидуаль үсеше белән бу организм кергән төр эволюциясе арасында бәйләнеш булуын күрсәтә.

Шундый фикер Ф. Мюллер һәм Э. Геккельнең *биогенетик законында* тәгъбир ителә: затның индивидуаль үсеше *(онтогенез)* билгеле бер дәрәҗәгә кадәр бу зат үзе кергән төрнең тарихи үсешен *(филогенез)* кабатлый.



49 нчы рәсем. **Кайбер хайваннарның эмбрионнары үсешнең башлангыч стадияләрендә**

Күренекле рус галиме А. Н. Северцов бу законга әһәмиятле өстәмәләр кертә. Ул эмбриогенезда олы затларның билгеләре түгел, ә яралгыларныкы кабатлануын билгели. Мәсәлән, кеше яралгысындагы саңак ярыклары төзелеше буенча олы балыкларның саңаклары белән түгел, ә балык яралгыларының саңак ярыклары белән охшаш.

Биогенетик законның әһәмияте бик зур, бу закон төрле систематик төркемнәргә кергән хайваннарның борынгы бабалары уртак булуын дәлилли. Ул эмбриология мәгълүматларын филогенез барышын күзаллау өчен файдаланырга мөмкинлек бирә.

Онтогенез.
Онтогенезның эмбриональ периоды (эмбриогенез).
Онтогенезның постэмбриональ периоды.
Бүлгәләнү. Бластомерлар. Бластула.
Тәннең беренчел куышлыгы. Гаструла.
Эктодерма — тышкы яралгы җәймәсе.
Энтодерма — эчке яралгы җәймәсе.
Беренчел эчәк. Беренчел авыз.
Мезодерма — урта яралгы җәймәсе.
Нейрула. Нерв көпшәсе.
Туры үсеш. Туры булмаган үсеш.
Яралгылар охшашлыгы законы.
Биогенетик закон. Филогенез.

?

1. Үсешнең эмбриональ периоды нәрсә белән башлана һәм нәрсә белән тәмамлана?
2. Үсешнең постэмбриональ периоды нәрсә белән башлана һәм нәрсә белән тәмамлана?
3. Эктодерма, энтодерма, мезодермадан нинди органнар системалары ясала?
4. Туры һәм туры булмаган үсешле хайваннарга мисаллар китерегез.
5. Биогенетик законның әһәмияте нәрсәдә?

3.5. Билгеләрнең Г. Мендель тарафыннан ачыкланган нәселдән-нәселгә күчү закончалыклары. Моногибрид кушылдыру

1. Нинди организмнарда бөҗра хромосома бары бер генә?
2. Нәрсә ул гибрид?

Генетика — тере организмнарның нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек закончалыкларын өйрәнүче фән. *Нәселдәнлек* — барлык тере организмнарның үзләренең үзлекләрен һәм билгеләрен нәселдән-нәселгә бирү үзлеге ул. *Үзгәрүчәнлек* — барлык тере организмнарның индивидуаль үсеш процессында яңа билгеләр булдыру үзлеге ул. Нәселдәнлекнең элементар берәмлекләре — *геннар* — хромосомалар ДНКсының участокларыннан гыйбарәт.

Билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын беренче булып атаклы чех галиме Грегор Мендель (1822—1884) ача. Грегор Мендель 25 яшендә монах була, шуннан соң Вена университетында математика һәм табигать фәннәре курсларын тыңлый. Соңрак, 1868 елдан, ул чех шәһәре Брнода Августин монастыреның җитәкчесе була һәм бер үк вакытта мәктәптә табигать тарихы һәм физика укыта. Мендель озак еллар, һәвәскәр ботаник буларак, монастырь бакчасында тәҗрибәләр үткәрә һәм 1865 елда «Үсемлек гибридлары белән тәҗрибәләр» дигән хезмәтен бастырып чыгара. Бу хезмәтендә ул нәселдәнлекнең төп законнарын ачып бирә.

Гибридологик метод. Мендель эшендә үзәк урынны *гибридологик метод* алып тора. Бу методның асылы бер яки берничә билгесе буенча аерылып торган организмнарны кушылдырудан (гибридлаштырудан) һәм бу билгеләрнең яңа буында нәселдән күчү характерын анализлаудан гыйбарәт. Гибридологик метод хәзерге көнгә кадәр барлык генетикларның тикшеренүләре нигезендә ята.

Тәҗрибәләр куйганда, Мендель берничә кагыйдәгә таяна. Беренчедән, бакча борчаклары белән эшләгәндә, кушыл-

дыру өчен ул төрле сорт үсемлекләрен файдалана. Мәсәлән, борчакның бер сорты һәрвакыт сары орлыклы, ә икенчесе һәрвакыт яшел орлыклы булган. Борчак үзеннән серкәләнә торган үсемлек булганлыктан, табигый шартларда бу сортлар кушылмый. Андый сортларны *саф линияләр* дип атыйлар.

Икенчедән, нәселдәнлек законнарын анализларга күбрәк материал алу өчен, Мендель борчакның бер генә ата-ана пары белән түгел, ә берничә пары белән эшләгән.

Өченчедән, борчакның нәселдән күчә баручы бөтен билгеләрен берьюлы түгел, ә аларның бары бер парын гына күзәтеп, Мендель аңлы рәвештә мәсьәләне гадиләштерә. Тәҗрибә өчен ул башта борчак орлыкларын төс буенча сайлый. Ата-ана организмнары бер генә билге буенча (мәсәлән, орлыкларның төсе буенча гына яки орлыкларның формасы буенча гына) аерылып торган очракта, кушылдыруны *моногибрид* кушылдыру дип атыйлар.

Дүртенчедән, Мендель, математик белемгә ия шәхес буларак, тәҗрибәләрдән алынган мәгълүматларны эшкәртү өчен, санча методлар куллана: ул борчакның яңа буынында орлыкларның нинди төстә булуын билгеләү белән генә чикләнми, ә аларның төгәл санын да исәпли.

Шуны естәп әйтергә кирәк: Мендельнең тәҗрибәләр өчен борчак сайлап алуы бик уңышлы була. Чехия шартларында борчак үстерү ансат, аны елга берничә тапкыр чәчеп була, борчак сортлары бер-берсеннән ачык күренеп торган билгеләр белән аерылалар, һәм, ниһаять, табигатьтә борчак үзеннән серкәләнә, ләкин экспериментта үзеннән серкәләнүне булдырмый калып була, экспериментатор үсемлекне икенче үсемлекнең серкәсе белән, ягъни читтән серкәләндерергә мөмкин.

Әгәр Мендель хезмәтләреннән соң күп еллар аша барлыкка килгән терминнарны кулланса, борчак үсемлегенең бер сорты күзәнәкләрендә икешәр ген — бары сары төснеке, ә икенче сортның күзәнәкләрендә икешәр ген яшел төснеке генә була. Бер билге (мәсәлән, орлыкларның төсе) үсешенә җаваплы геннар *аллель геннар* дип атала. Әгәр организмда ике бертөрле аллель геннар булса (мәсәлән, ике ген да яшел төстәге орлыкларныкы яки, киресенчә, ике ген да сары орлыкларныкы), андый организмнарны *гомозиготалы* дип атыйлар. Әгәр аллель геннар төрле булса (ягъни аларның берсе орлыкларның сары төсен, икенчесе яшел төсен

билгеләсә), андый организмнарны *гетерозиготалы* дип атыйлар. Саф линияләр гомозиготалы үсемлекләрдән барлыкка килгәнлектән, үзеннән серкәләнгәндә, алар һәрвакыт билге чагылышының бер генә вариантын бирәләр. Мендель тәҗрибәләрендә бу — борчак орлыкларының мөмкин булган ике төснең берсе була: я һәрвакыт сары, я һәрвакыт яшел.

(Мендель үзенең тәҗрибәләрен куйган елларда геннар, хромосомалар, митоз һәм мейоз турында бернәрсә дә билгеле булмавын да онытмыйк!)

Беренче буын гибридларының бертөрлелеге. Мендель, сары орлыклы борчак үсемлекләрен яшел орлыклы үсемлекләр белән ясалма серкәләндереп (ягъни моногибрид кушылдырып), гибрид буынның барлык орлыклары да сары булуына ышана. Шундый ук күренешне ул шома орлыклы үсемлекләрне җыерчыклы орлыклы үсемлекләр белән серкәләндергән тәҗрибәдә дә күзәтә — барлык гибрид үсемлекләр шома орлыклы булып чыга. Гибридларда чагылыш тапкан билгене (орлыкларның сары төсе яки шомалыгы) Мендель *доминант* дип, ә ачылмаган билгене (орлыкларның яшел төсе яки җыерчыклылыгы) *рецессив* дип атый. Доминант билгене зур хәреф (A, B, C) белән, ә рецессив билгене кечкенә хәреф (a, b, c) белән билгеләү кабул ителгән.

Бу мәгълүматларга нигезләнеп, Мендель *беренче буын гибридларының бертөрлелек кагыйдәсен* тәгъбир итә: *бер билге белән аерылып торган ике гомозиготалы организмны кушылдырганда,беренче буынның барлык гибридларында ата-ананың берсенең билгесе өстенлек итә, һәм яңа буын бирелгән билге буенча бертөрле була.*

Мендель беренче буында алынган орлыкларны чәчеп үстерә һәм аларны кабат үзара серкәләндерә. Икенче буын үсемлекләренең күбесенең орлыклары сары төстә була, ләкин яшел борчаклар да очрый. Үсемлекләрнең серкәләнгән берничә парыннан Мендель барлыгы 6022 сары һәм 2001 яшел борчак ала. Гибрид орлыкларның $^3/_4$ е сары, ә $^1/_4$ е яшел төстә була. Кушылдырганда өлешчә доминант билгеле, өлешчә рецессив билгеле буыннар барлыкка килү күренеше *таркалу* дип атала.

Башка билгеләр белән үткәрелгән тәҗрибәләр бу нәтиҗәләрне раслый, һәм Мендель *таркалу кагыйдәсен* тәгъбир итә: *беренче буын токымнарын (гибридларын) үзара кушылдырганда, икенче буында таркалу күзәтелә* һәм *яңадан*

рецессив билгеле затлар барлыкка килә; бу затлар икенче буын токымнары санының дүрттән берен тәшкил итә.

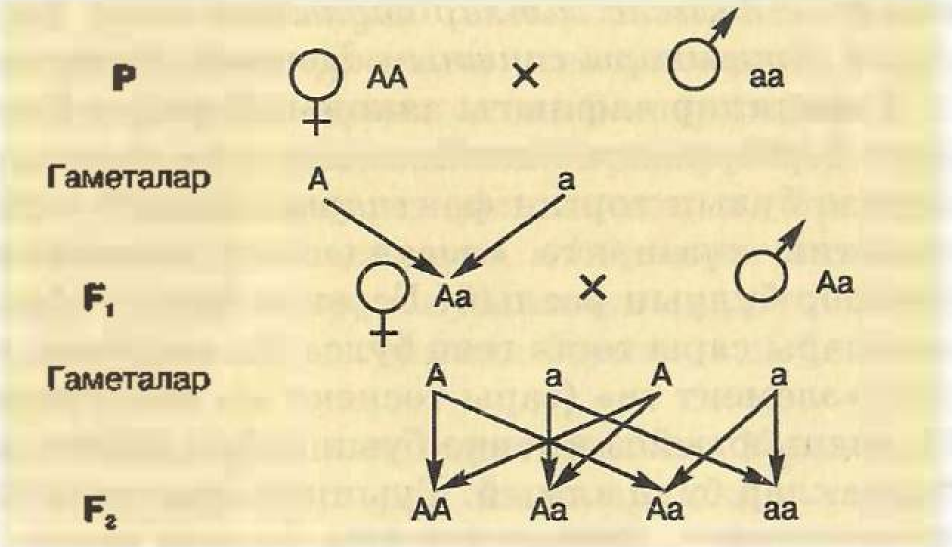
Гаметалар сафлыгы законы. Беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсенең һәм таркалу кагыйдәсенең нигезе булып торган фактларны аңлату өчен, Мендель һәр соматик күзәнәктә «нәселдәнлек элементлары» (геннар) икешәр булуын раслый. Беренче буын гибридларының орлыклары сары төстә генә булса да, аларның күзәнәкләрендә ике «элемент та» (сары төснеке дә, яшел төснеке дә) булырга тиеш, югыйсә икенче буын гибридларында яшел төстәге борчаклар була алмый. Буыннар арасында бәйләнеш җенес күзәнәкләре — гаметалар аша тәэмин ителә. Димәк, һәр гамета мөмкин булган ике «нәселдәнлек элементы»ның (генның) бары берсен генә ала: «сары» яки «яшел»не. *Гаметалар барлыкка килгәндә,аларның һәрберсенә ике аллель генның бары берсе генә эләгүе турында* Мендельнең бу гипотезасын *гаметалар сафлыгы законы* дип атыйлар.

Г. Мендельнең моногибрид кушылдыру буенча тәҗрибәләреннән, гаметалар сафлыгы законыннан тыш, геннарның нәселдән-нәселгә үзгәрешсез күчү закончалыгы да килеп чыга. Беренче буында, сары һәм яшел борчаклы гомозиготаларны кушылдырганнан соң, барлык орлыкларның сары төстә, ә икенче буында яңадан яшел борчаклар барлыкка килүен башкача аңлату мөмкин түгел. Димәк, «борчакның яшел төс» гены югалмый һәм «борчакның сары төс» генына да әверелми, ә беренче буында сары төс гены өстенлек иткәнлектән, фәкать ачылмый гына.

Генетика закончалыкларын хәзерге фән карашыннан чыгып ничек аңлатырга соң?

Моногибрид кушылдырганда, нәселдәнлек закончалыкларының цитологик нигезләре. Моногибрид кушылдыруны схема рәвешендә сурәтлик. ♀ символы — ана затны, ♂ — ата затны, x — кушылдыруны, P — ата-ана буынын, F_1 — токымнарның беренче буынын, F_2 — токымнарның икенче буынын белдерә, A — доминант сары төс өчен җаваплы ген, a — рецессив яшел төс өчен җаваплы ген (50 нче рәсем).

Рәсемнән күренгәнчә, ата-ана затларның һәр гаметасында берәр ген була (мейозны хәтерегезгә төшерегез): бер очракта — A, икенчесендә — a. Шулай итеп, беренче буында барлык соматик күзәнәкләр гетерозиготалы Aa. Үз чиратында беренче буын гибридлары A яки a гаметаларын барлыкка китерергә мөмкин. Җенси процесста бу



50 нче рәсем. Моногибрид кушылдырганда, билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү схемасы

гаметаларның очраклы комбинацияләре түбәндәге вариантларны бирә ала: АА, Аа, аА, аа. А генлы беренче өч үсемлекнең, доминантлык кагыйдәсе буенча, борчаклары сары төстә, ә дүртенче — рецессив аа гомозиготалы үсемлекнең борчаклары яшел төстә булачак.

Гибридологик метод. Саф линияләр. Моногибрид кушылдыру. Аллель геннар. Гомозиготалы һәм гетерозиготалы организмнар. Доминант һәм рецессив билгеләр. Таркалу. Гаметалар сафлыгы законы.

?

1. Г. Мендель тәҗрибәләр үткәргәндә нинди кагыйдәләрдән чыгып эш иткән?
2. Ни өчен Г. Мендель тәҗрибәләре өчен борчакны сайлау уңайлы булган?
3. Нинди геннар аллель дип атала?
4. Гомозиготалы организм гетерозиготалыдан нәрсәсе белән аерыла?
5. Гибридологик методның асылы нәрсәдән гыйбарәт?
6. Гаметалар сафлыгы законын әйтегез.
7. Моногибрид кушылдыру нәрсә ул?
8. Нинди билге доминант дип атала? Рецессив дип нинди билге атала?
9. Беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсенең асылы нәрсәдә? Җавабыгызны схемада күрсәтегез.
10. Таркалу кагыйдәсен әйтегез. Беренче буын гибридларын кушылдыру схемасын ясагыз.

3.6. Тулы булмаган доминантлык. Генотип һәм фенотип. Анализлаучы кушылдыру

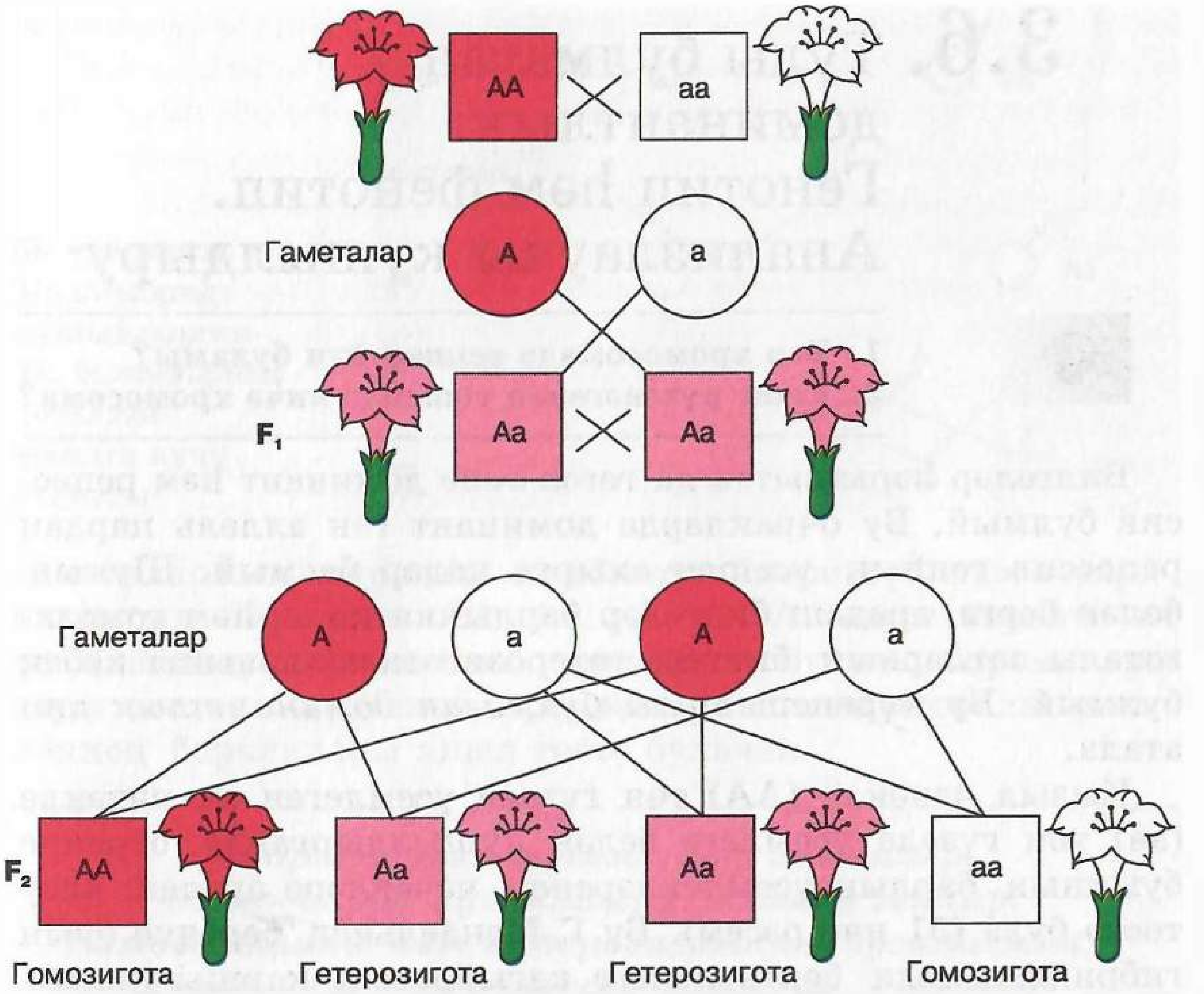
1. Бер хромосомада геннар күп буламы?
2. Кеше күзәнәгенең төшендә ничә хромосома?

Билгеләр һәрвакытта да төгәл генә доминант һәм рецессив булмый. Бу очракларда доминант ген аллель пардан рецессив генның үсешен ахырга кадәр басмый. Шуның белән бергә, арадаш билгеләр барлыкка килә, һәм гомозиготалы затларның билгесе гетерозиготалыларныкы кебек булмый. Бу күренеш *тулы булмаган доминантлык* дип атала.

Кызыл чәчәкле (АА) төн гүзәле үсемлеген ак чәчәкле (аа) төн гүзәле үсемлеге белән кушылдырганда, беренче буынның барлык үсемлекләренең чәчәкләре арадаш алсу төстә була (51 нче рәсем). Бу Г. Мендельнең беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсенә каршы килми, чөнки чынлап та беренче буында барлык чәчәкләр алсу төстә. Төн гүзәленең беренче буыныннан ике гибридны кушылдырганда, икенче буында таркалу күзәтелә, ләкин 3:1 чагыштырмасында түгел, ә 1:2:1 чагыштырмасында, ягъни бер чәчәк ак (аа), икесе алсу (Аа) һәм берсе кызыл төстә (АА) була.

Моңа кадәр без бер ген җаваплы билгенең генә нәселдән-нәселгә күчү очрагын карадык. Ләкин теләсә нинди организм күпләгән билгеләргә ия, шуның белән бергә, бу тышкы, күренеп торган үзенчәлекләр генә булмый, ә бәлки биохимик (молекулаларның төзелеше, ферментларның активлыгы, кан тукымаларындагы матдәләр концентрациясе һ. б.), анатомик (органнарның формасы һәм зурлыгы) яисә башка билгеләр дә була. Теләсә нинди билге, ничек кенә гади булып күренмәсен, ул барыбер һәрберсе үз чиратында аксым-ферментлар эшчәнлегенә бәйләнгән күп санлы физиологик һәм биохимик процессларга бәйле.

Организмның барлык тышкы һәм эчке билгеләре белән үзлекләре җыелмасын *фенотип* дип атыйлар.



51 нче рәсем. Тулы булмаган доминантлыкта билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү схемасы

Нинди дә булса организмның барлык геннары җыелмасын *генотип* дип атыйлар.

Теге яки бу ген билгеләгән фенотипик билгеләр төрле шартларда төрлечә үсеш алалар.

Фенотип буенча гына әлеге затта нинди геннар булуын һәрвакытта да аңлап булмый. Мәсәлән, сары орлыклы борчак үсемлегендә генотип АА да, һәм Аа да булырга мөмкин. Ә менә рецессив билге аа генотиплы гомозиготалы үсемлекләрдә генә чагылыш таба. Икенче төрле әйткәндә, рецессив билгеле затның генотибы нинди икәнен без һәрвакыт беләбез.

Фенотибы буенча затның генотибын белеп булмаган очракта, анализлаучы кушылдырудан файдаланалар. Мондый кушылдыруда генотибын билгелисе затны рецессив гены буенча гомозиготалы, ягъни аа генотиплы зат белән кушылдыралар. Мәсәлән, сары орлыклы борчак үсемлек-

ләренең ниндиләрендә АА генотибы, ә ниндиләрендә Аа икәнен ачыклау өчен, аларны яшел борчаклы (аа) үсемлекләр белән серкәләндерергә кирәк. Әгәр тикшерелә торган үсемлек АА генотиплы булса, табылган буынның барлык орлыклары сары төстә булачак.

Әгәр инде тикшерелә торган организм гетерозиготалы, ягъни Аа булса, анализлаучы кушылдыруны файдаланганда табылган буында сары һәм яшел борчаклы үсемлекләр 1 : 1 чагыштырмасында күзәтеләчәк.

Тулы булмаган доминантлык.
Фенотип. Генотип.
Анализлаучы кушылдыру.

?

1. Тулы булмаган доминантлык булганда, икенче буында фенотип буенча нинди таркалу күзәтелә?
2. Фенотип нәрсә ул?
3. Фенотип буенча генотипны һәрвакытта да билгеләп буламы?
4. Генотипны башта ук белгән хәлдә, фенотипны алдан әйтергә мөмкинме?
5. Фенотипны белгән очракта, генотипны алдан әйтеп буламы?

3.7. Дигибрид кушылдыру. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы

Бер төрнең ике организмы бер билге буенча гына аерылып торырга мөмкинме?

Бер төргә кергән организмнар, гадәттә, бер-берсеннән күп билгеләре буенча аерылалар.

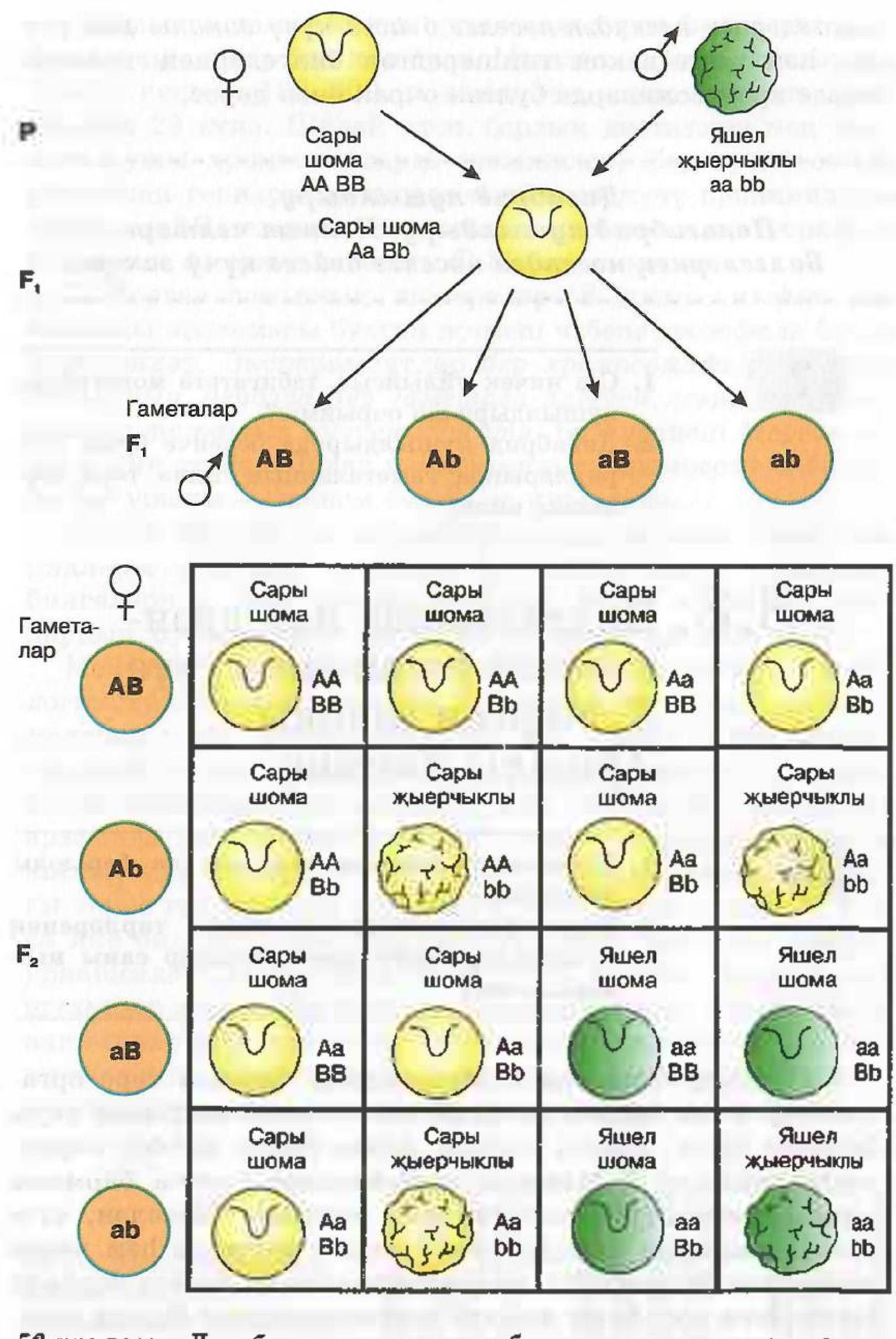
Әгәр ике зат бер-берсеннән ике билге буенча аерылса, алар арасындагы кушылдыру *дигибрид* кушылдыру дип, ә өч билге буенча аерылса, *тригибрид кушылдыру* һ. б. дип атала. Күп билгеләре буенча аерылып торган затларны кушылдыру *полигибрид кушылдыру* дип йөртелә.

Бер билгенең нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын ачыклаганнан соң, Г. Мендель ике билге: орлыкларның төсе (сары яки яшел) һәм орлыкларның формасы (шома яки җыерчыклы) буенча аерылып торган борчакның ике саф линиясен кушылдырганда таркалу күренешен тикшерә. Мондый кушылдыруда билгеләр геннарның төрле парлары белән билгеләнәләр: орлыкларның төсе өчен бер аллель җавап бирә, формасы өчен — икенче аллель. Борчакларның сары төсе (А) — яшел төстән (а), ә шома форма (В) җыерчыклыдан (b) өстенлек итә.

Беренче буында (F_1) барлык затларның, беренче буын гибридларының бертөрлелеге кагыйдәсе буенча, орлыклары сары шома була. Беренче буынның ике гибридын кушылдырганда, гаметаларның мөмкин булган барлык төрләре ничек барлыкка килүен аңлау өчен, Америка генетигы Пеннет тарафыннан Пеннет челтәре тәкъдим ителә. Бу челтәр гаметаларда геннарның барлык комбинацияләрен һәм аларның кушылу нәтиҗәләрен ачык итеп күзалларга мөмкинлек бирә. Дигибрид кушылдыруда гаметаларның дүрт төре: AB, Ab, aB һәм ab барлыкка килгәнлектән, бу гаметалар очраклы кушылганда барлыкка килергә мөмкин булган зигота төрләренең саны 4·4, ягъни 16 га тигез булачак. Пеннет челтәрендә шакмаклар нәкъ шул санда (52 нче рәсем). Рәсемнән күренгәнчә, бу кушылдыруда генотипларның түбәндәге 9 төре барлыкка килә: AABB, AABb, AaBB, AaBb, AAbb, Aabb, aaBB, aaBb һәм aabb, чөнки 16 комбинациядә кабатланулар бар. Бу 9 генотип 4 фенотип рәвешендә чагылыш таба: сары — шома, сары — җыерчыклы, яшел — шома һәм яшел — җыерчыклы. Бу фенотип вариантларының санча чагыштырмасы түбәндәгечә:

9 сш : 3 сҗ : 3 яш : 1 яҗ

Әгәр Г. Мендель тарафыннан табылган нәтиҗәләрне билгеләрнең (төсе һәм формасы) берсе буенча аерым карасаң, аларның һәрберсе өчен моногибрид кушылдыруга хас 3:1 чагыштырмасы сакланачак. Г. Мендель дигибрид кушылдыруда билгеләргә җаваплы геннар һәм билгеләр бер-берсеннән бәйсез рәвештә, төрле комбинацияләрдә нәселдән-нәселгә күчә дигән нәтиҗәгә килә. Бу нәтиҗә



52 нче рәсем. **Дигибрид кушылдыруда билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү схемасы**

билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы дип атала, һәм әлеге закон тикшерелгән билгеләрнең геннары төрле хромосомаларда булган очрак өчен дөрес.

Дигибрид кушылдыру.
Полигибрид кушылдыру. Пеннет челтәре.
Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы

?

1. Сез ничек уйлыйсыз, табигатьтә моногибрид кушылдыру еш очрыймы?
2. Дигибрид кушылдыруда беренче буын гибридларында гаметаларның ничә төре барлыкка килә?

3.8. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә тоташып күчүе. Т. Морган законы. Аркылы кисешү

1. **Күзәнәкнең барлык геннары да берьюлы «эшлиме?»**
2. **Тере организмнарның төрле төрләренең күзәнәкләрендәге хромосомалар саны нык аерыламы?**

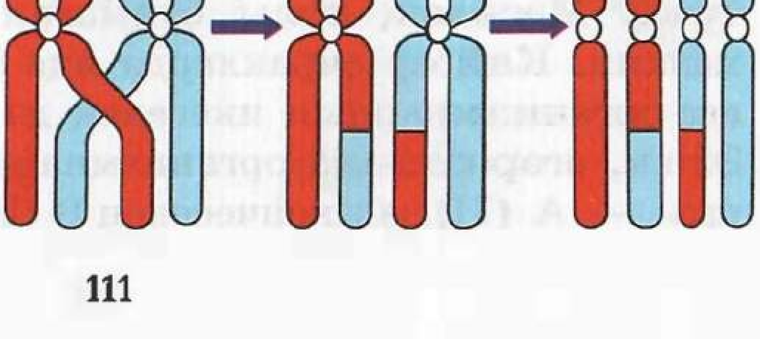
XX гасыр башында Г. Мендельнең барлык тере организмнар өчен бердәм нәселдәнлек закончалыкларын ачуы бәхәссез була. Ләкин шуның белән бергә, кайбер очракларда таркалу Г. Мендель кагыйдәләре буенча бармавы турында мәгълүматлар туплана башлый. Мәсәлән, хуш исле борчакның ике билгесе — серкә формасы һәм чәчәк төсе — яңа буында 3:1 чагыштырмасында бәйсез таркалу бирми, һәм яңа буын ата-ана затларга охшаш булып кала. Бу күренешне анализлаганда, серкә формасы гены һәм чәчәк төсе гены бер хромосомада урнашканлыгы ачыклана.

Чынлап та, теләсә нинди организмда төрле билгеләрне кодка салучы геннар бик күп була. Мәсәлән, якынча исәпләүләр буенча кешедә 100 000 гә якын ген, ә хромосомаларның төрләре 23 кенә. Шулай итеп, барлык дистәләгән мең геннар шушы хромосомаларда урнашалар. Бер хромосомада урнашкан геннарның нәселдән-нәселгә күчү принциплары нинди соң? Нәселдәнлекнең хәзерге хромосомалар теориясен күренекле Америка генетигы Т. Морган иҗат итә.

Т. Морган һәм аның шәкертләре 8 хромосоманың диплоидлы җыелмасы булган җимеш чебене дрозофила белән эшләгәннәр. Экспериментлар *бер хромосомада урнашкан геннарның мейозда бер гаметага эләгүен, ягъни нәселдән-нәселгә тоташып күчүен күрсәтә.* Бу күренеш *Морган законы* дип атала. Шулай ук һәр генның хромосомада билгеле бер урыны — *локусы* булуы да күрсәтелә.

Ләкин Морган экспериментларында икенче буын гибридлары арасында геннары бер хромосомада урнашкан билгеләрнең яңа комбинацияләре белән аз санлы затларның булуы ачыклана. Моны ничек аңлатырга соң?

Мейозның беренче бүленү профазасы вакытында гомологик хромосомалар (ягъни бер парның охшаш хромосомалары) үзара конъюгацияләнә. Бу мизгелдә бер-берсенә орынган урында алар үзелергә һәм гомологик өлешләре белән алмашынырга мөмкин. Ике гомологик хромосома арасында аллель геннар белән алмашу күренеше *аркылы кисешү* дип атала (53 нче рәсем). Аркылы кисешү ешлыгы төрле геннар өчен төрлечә. Хромосомада нинди дә булса ике билгенең геннары бер-берсеннән никадәр ераграк урнашсалар, алар арасында аркылы кисешү мөмкинлеге шулкадәр зуррак. Бу шуның белән аңлатыла: якын урнашкан геннарның бергә булу мөмкинлеге зуррак һәм, аркылы кисешкәндә, алар сирәк аерылалар. Аркылы кисешү генетик үзгәрүчәнлекнең мөһим чыганагы булып хезмәт итә,



53 нче рәсем. Мейозның беренче бүленүе профазасында гомологик хромосомаларның аркылы кисешү схемасы

чөнки бу вакытта үзендә ике башлангыч хромосоманың геннарын йөрткән ике хромосома барлыкка килә.

Хәзерге вакытта бактерияләр, үсемлекләр һәм хайваннарның күп төрләренең хромосомалары өйрәнелгән. Төрле геннарның локуслары билгеләнгән, шуның белән бергә, хромосомаларда геннар берсе артыннан берсе сызыксыман урнашуы исбатланган. Хәзер кешенең геннар картасын төзү буенча озакка сузылган һәм бик катлаулы эш алып барыла. Нинди хромосомада һәм аның нинди өлешендә теге яки бу ген урнашуын белү, кешенең әле дәвалап булмый торган төрле авыруларына каршы көрәштә ярдәм итәргә мөмкин.

Геннарның нәселдән-нәселгә тоташып күчүе. Морган законы. Ген локусы. Аркылы кисешү.

1. Хромосомалар нәрсәдән гыйбарәт?
2. Ни өчен билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчүе буенча Г. Мендель кагыйдәсе һәрвакытта да үтәлми?
3. Аркылы кисешү кайчан була? Аның асылы һәм биологик әһәмияте нәрсәдән гыйбарәт?

3.9. Геннарның үзара тәэсир итешүе

1. Сез кеше канының ничә группасын беләсез?
2. Нинди геннар аллель геннар дип атала?

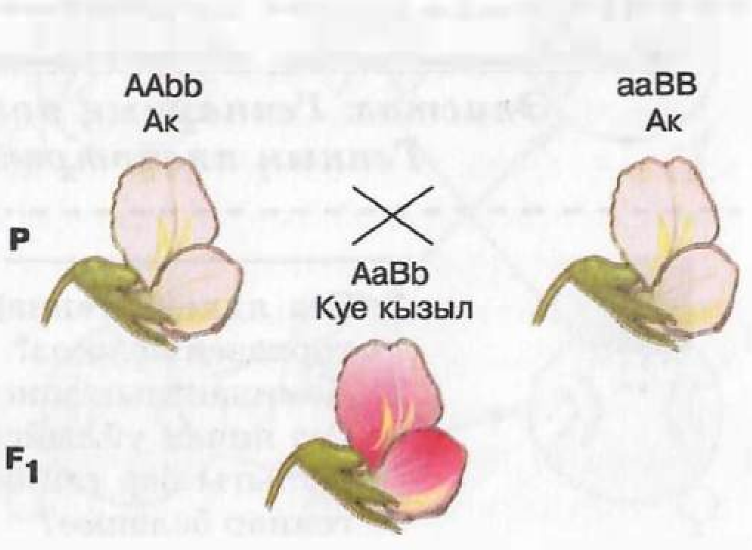
Аллель геннарның доминант һәм рецессив булуын сез инде беләсез. Ләкин аллель геннар арасында мөнәсәбәтләр еш кына катлаулырак, һәм бу доминант генның рецессив билгегә үсеш алырга мөмкинлек бирмәвенә генә бәйле түгел. Мәсәлән, тулы булмаган доминантлык булырга мөмкин. Кайбер очракларда яңа буын билгесендә ата һәм ана организмнарның икесенең дә геннары чагылыш таба. Әйтик, әгәр ата-ана организмнарының берсенең кан группасы — А (II), ә икенчесенең В (III) булса, ә балаларының

канында бер үк вакытта А группасына һәм В группасына хас аксымнар булачак. Бу очракта баланың кан группасы IV (AB) була. Аллель геннар үзара тәэсир итешүенең шундый төре *кодоминантлык* дип атала.

Төрле билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү принцибын борчак (аның төсе һәм формасы) мисалында тикшергәндә, мондый фикер туа: теләсә нинди организм чынлыкта барлык процесслар үзара тыгыз бәйләнгән, катлаулы координацияләнгән системадан гыйбарәт. Организмда процессларның үзара бәйләнеше шактый дәрәҗәдә төрле геннарның үзара тәэсир итешүе белән билгеләнә. Генотипта геннар үзара тәэсир итешүнең берничә төре бар.

Комплементар, яки өстәмә тәэсир итешү. Кайбер билгеләр аллель булмаган берничә ген үзара тәэсир итешү нәтиҗәсендә генә үсеш ала. Мәсәлән, ак чәчәкле хуш исле борчакның ике саф линиясен кушылдырганда, беренче буын гибридларының (F_1) барлык чәчәкләре дә куе кызыл төстә булачак (54 нче рәсем). Аллель булмаган доминант А һәм В геннары һәрберсе аерым гына чәчәк төсе өчен кызыл пигмент антоциан синтезын тәэмин итә алмыйлар. Һәм фәкать аллель булмаган доминант А һәм В геннары икесе дә булганда гына (күрәсең, алар антоциан синтезы өчен кирәкле төрле ферментларның структурасын кодка сала), чәчәкләр кызыл төскә керә.

Эпистаз — геннарның берсе үзенә аллель булмаган икенче генның чагылышын басуга бәйле тәэсир итешүе, ягъни эпистаз комплементар тәэсир итешүнең капма-каршысы. Доминант ген W кабак җимешләренең төссезлеген, ә бу аллельнең рецессив гены w җимешләрнең төсле булуын билгели. Икенче аллельдә доминант ген Y җимешнең сары төсен,



54 нче рәсем. **Геннар комплементар тәэсир итешкәндә билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү схемасы**

ә рецессив ген y — яшел төсен билгели. Ак җимешле WWYY кабакларны яшел җимешле (wwyy) кабаклар белән кушылдырганда, беренче буындагы барлык гибридларның җимешләре ак төстә (WwYy) булачак, чөнки W гены Y генының чагылышын баса.

Геннарның полимер тәэсире. Организмда күп билгеләр (буй, авырлык, үрчемлелек, сөт бирүчәнлек һ. б.) көчсезрәк яки көчлерәк чагылыш табарга мөмкин. Бу билгеләр өчен берничә ген җавап бирә. Аларның тәэсире бергә кушыла, һәм генотипта бу микъдар билгесенә йогынты ясый торган парлардан доминант геннар никадәр күбрәк булса, әлеге билге шулкадәр ачыграк күренә. Мәсәлән, бодай орлыгының кызыл төсен ике пар аллельнең доминант геннары — A_1 һәм A_2 билгели. Шулай булгач, $a_1a_1a_2a_2$ генотиплы үсемлекләрнең орлыклары буялмаган, бер доминант генлы $A_1a_1a_2a_2$ яки $a_1a_1A_2a_2$ орлыклар беленер-беленмәс кенә буялган һәм, ниһаять, дүрт доминант генлы $A_1A_1A_2A_2$ орлыклар бик ачык буялган булалар.

Плейотроплылык — генның күп тәэсире. Кайвакыт бер ген, организм күзәнәкләренең күп төрләрендә нормаль матдәләр алмашы өчен кирәкле аксым структурасын кодка салып, берьюлы берничә билгегә йогынты ясый. Мәсәлән, билгеле бер генның патологиясе кешедә Марфан синдромы үсешенә китерә. Андый кешеләрнең бармаклары нечкә һәм озын, күз ясмыгы каймыккан була, йөрәк клапаннары зәгыйфьләнә, кан тамырлары зыян күрә. Моның сәбәбе — бу генның тоташтыргыч тукыма үсешен контрольдә тотуында һәм аның патологиясе берьюлы күп билгеләрдә чагылуында.

Кодоминантлык. Комплементар тәэсир итешү. Эпистаз. Геннарның полимер тәэсире. Генның плейотроп тәэсире.

?

1. Сез аллель геннар тәэсир итешүнең нинди төрләрен беләсез?
2. Доминантлык эпистаздан нәрсәсе белән аерыла?
3. Сез ничек уйлыйсыз, кешенең физик чыдамлылыгы бер ген белән билгеләнәме, әллә күп геннар беләнме?

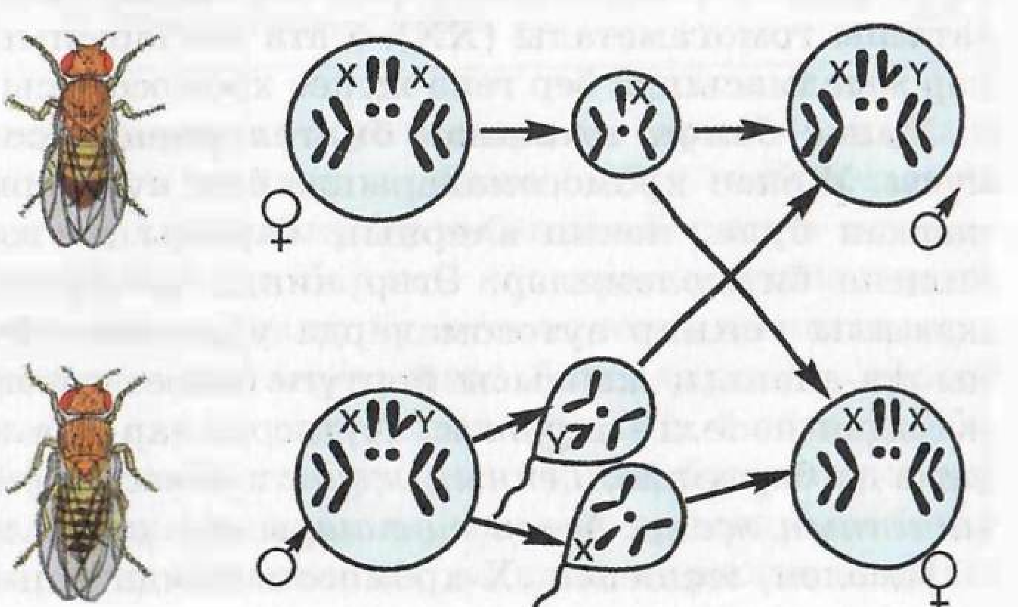
3.10. Җенес генетикасы. Җенес белән тоташкан билгеләрнең нәселгә күчүе

1. Ике җенесле хайваннарга мисаллар китерегез.
2. Нинди хромосомалар җенес хромосомалары дип атала.

Күпчелек хайваннарның ата һәм ана затлары була, шуның белән бергә, җенес билгесе буенча таркалу 1 : 1 чагыштырмасында уза. Нәселдә мондый таркалу гетерозиготалы (Аа) һәм гомозиготалы (аа) ата-ана затлар кушылган очракта күзәтелә.

Г. Мендель, организмның җенесен билгеләүче ген буенча, бер җенес — гетерозиготалы, ә икенчесе гомозиготалы дигән фикер әйтә.

Бу фикер, XX гасыр башында, Т. Морган һәм аның шәкертләре ата һәм ана организмнар хромосомалар җыелмасы буенча аерылуын ачыклагач раслана. Ата һәм ана организмнарда барлык хромосомалар, бер пардан кала, бертөрле һәм *аутосомалар* дип аталалар. Ләкин ата һәм анада әлеге бер парның хромосомалары аерылалар. Алар *җенес хромосомалары* дип аталалар. Мәсәлән, ана дрозофиланың һәр күзәнәгендә өч пар аутосома һәм бер пар бертөрле җенес хромосомасы — X-хромосома; ә ата дрозофилада шундый ук өч пар аутосома һәм ике төрле җенес хромосомасы — X һәм Y була



55 нче рәсем. Җенес билгесе буенча таркалу схемасы

(55 нче рәсем). Мейоз вакытында гаметалар формалашканда ана организмда 3 аутосома + X-җенес хромосомалы бер төрдәге гаметалар барлыкка килә. Ата организмда 3 аутосома + X-җенес хромосомалы яки 3 аутосома + Y-җенес хромосомалы ике төрдәге гаметалар ясала һәм алар тигез санда булалар.

Әгәр аталанганда, күкәй күзәнәк белән X-хромосомалы сперматозоид кушылса, зиготадан — ана организм, әгәр Y-хромосомалы сперматозоид кушылса, зиготадан ата организм үсеш алачак. Шулай итеп, булачак затның җенесе аталанган вакытта билгеләнә һәм бу мизгелдә җенес хромосомаларының нинди җыелмасы формалашуга бәйле.

Дрозофиланың ана затлары гаметаларның бер генә төрен (X-җенес хромосомалы) барлыкка китерергә сәләтле булганлыктан, аларны *гомогаметалы җенес* дип атыйлар. Дрозофилаларның ата затлары ике төрле гаметалар (X- һәм Y-җенес хромосомалы) барлыкка китерәләр, һәм аларны *гетерогаметалы җенес* дип атыйлар. Күп кенә имезүчеләрнең (шул исәптән кешенең дә), суалчаннарның, кысласыманнарның, күпчелек җир-су хайваннарының, балыкларның һәм бөҗәкләрнең дә ана җенесе шулай ук гомогаметалы (XX), ә атасы — гетерогаметалы (XY). Хатын-кызларның һәр күзәнәгендә 22 пар аутосома һәм ике X-җенес хромосомасы, ә ир-атларда шундый 22 пар аутосома, шулай ук X- һәм Y-җенес хромосомалары була. Ләкин күпчелек төрләрдә җенесне хромосома билгеләве башкачарак. Кошларның, рептилияләр һәм кайбер балыкларның ата затлары гомогаметалы (XX), ә ана затлары гетерогаметалы (XY). Кайбер бөҗәкләрнең (бал кортлары, чикерткәләр) ана затлары гомогаметалы (XX), ә ата затларының хромосомалар җыелмасында бер генә җенес хромосомасы була (XO).

Җенес белән тоташкан билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчүе. Җенес хромосомаларында бик күп төрле геннар урнашкан була, ләкин аларның барысы да җенескә бәйле билгене билгеләмиләр. Әгәр нинди дә булса билге өчен җаваплы геннар аутосомаларда урнашкан булсалар, генны ата-ананың кайсысы йөртүгә бәйсез рәвештә, бу билге нәселдән-нәселгә күчәчәк. Аутосомалар ата затта да, ана затта да бертөрле. *Генның җенес хромосомасында урнашуын генның җенес белән тоташуы дип атыйлар.*

Мәсәлән, кешенең X-хромосомасында канның нормаль

оюы өчен җаваплы доминант ген (H) урнашкан. Бу генның рецессив варианты (h) канның оюы кимүгә — гемофилиягә китерә. Y-хромосомада бу генга аллель пар булмый, һәм бу билге (канның оемавы), аңа җаваплы ген (h) рецессив булуга карамастан, ирләрдә беленә.

Дальтонизм да — кызыл һәм яшел төсләрне аермау — нәселдән-нәселгә шул рәвешле күчә.

Аутосомалар. Җенес хромосомалары. Гомогаметалы һәм гетерогаметалы җенес. Җенес белән тоташкан билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчүе.

?

1. Кешедә баланың җенесе нәрсәгә бәйле: күкәй күзәнәк хромосомаларынамы яки сперматозоидныкынамы?
2. Дрозофилада ничә аутосома? Кешедә ничә?
3. Нинди билгеләр җенес белән тоташкан дип атала?

3.11. Үзгәрүчәнлек закончалыклары: модификацион үзгәрүчәнлек. Реакция нормасы

1. **Нәселдәнлек дип нәрсә атала?**
2. **Үзгәрүчәнлек нәрсә ул?**

Тере организмнарга хас үзлекләрнең берсе — аларның *үзгәрүчәнлеге.* Әгәр вегетатив юл белән (сабак чыбыкчалары белән үрчетеп) карлыганның бер төбеннән берничә төп карлыган алсаң, табигый ки, барлык яңа куакларның генотибы бертөрле булачак. Ләкин бу куакларның фенотиплары бер-берсеннән бик нык аерылачак: ботакларның, яфракларның зурлыгы, саны, уңдырышлылыгы h.б. буенча. Генотиплары бертөрле булган үсемлекләрнең билгеләрендәге бу аерымлыклар организмда аерым геннарның һәм бөтен генотип тәэсире чагылышының тышкы тирәлек шартла-

рына бәйлелеге белән аңлатыла. Мәсәлән, куакларның берсенә яктылык күбрәк төшә, яисә куакларның берсе ашлама белән яхшырак тукландырыла, яки куакларның берсе дымны күбрәк ала... Организмда аның геннарына кагылмый һәм шуңа күрә буыннан-буынга күчми торган үзгәрешләр — *модификацияләр* дип, ә үзгәрүчәнлекнең бу төре *модификацион үзгәрүчәнлек* дип атала.

Модификацияләргә барыннан да ешрак микъдар билгеләре: буй, авырлык, җимешлелек һ.б. дучар була.

Организмнарның төрле билгеләре һәм үзлекләре азмы-күпме тышкы тирәлек шартларына бәйләнгән. Мәсәлән, кешенең күз төсе һәм кан группасы бары геннар белән генә билгеләнә, һәм яшәү шартлары бу билгеләргә берничек тә йогынты ясый алмый. Ә менә буй, авырлык, физик көч һәм чыдамлылык тышкы шартларга нык бәйле, мәсәлән туклануның микъдарына һәм сыйфатына, физик нагрузкага һ.б.га. Нинди дә булса билгенең модификацион үзгәрүчәнлеге чикләрен *реакция нормасы* дип атыйлар. Билгенең үзгәрүчәнлеге кайвакыт бик зур була, ләкин ул бервакытта да реакция нормасы чикләреннән чыкмый. Мәсәлән, кеше 100 м араны 11 с, 10 с, 9 с та йөгереп узарга мөмкин, ә менә 5 с та бервакытта да уза алмый. Кайбер билгеләрнең реакция нормасы бик киң (мәсәлән, сарыклардан кыркып алынган йон микъдары, үгезләрнең авырлыгы, сыерларның сөтлелеге), ә башка билгеләр реакция нормасы тар булу белән характерлана (мәсәлән, кроликларда мамык төсе). Әйтелгәннәрдән бик мөһим нәтиҗә ясарга кирәк. Нәселдән-нәселгә билге үзе күчми, ә билгеле бер шартларда бу билгене чагылдыру сәләте күчә, яки тышкы шартларга организмның реакция нормасы нәселдән-нәселгә күчә.

Шулай итеп, модификацион үзгәрүчәнлекнең түбәндәге төп билгеләрен санап үтәргә мөмкин:

1. Модификацион үзгәрешләр буыннан-буынга күчми.

2. Модификацион үзгәрешләр төрнең күп затларында чагыла һәм аларга тирәлек шартлары тәэсир итүенә бәйле.

3. Модификацион үзгәрешләр реакция нормасы чикләрендә генә булырга мөмкин, ягъни ахыр чиктә алар генотип тарафыннан билгеләнәләр.

Үзгәрүчәнлек. Модификацияләр. Реакция нормасы.

3.12. Үзгәрүчәнлек закончалыклары: мутацион үзгәрүчәнлек

1. Модификацияләр нәселдән-нәселгә биреләме?
2. Генотип һәм фенотип нәрсә ул?

Шулай итеп, модификацион үзгәрешләр нәселдән-нәселгә күчми. Тере организмнарда яңа билгеләр һәм үзлекләр барлыкка килүнең төп сәбәбе — мутацияләр чагылышы. *Мутацияләр* — тышкы яки эчке тирәлек факторлары йогынтысыннан генотипка кергән үзгәрешләр.

«Мутация» терминын беренче тапкыр 1901 елда Голландия галиме Гуго де Фриз тәкъдим итә, ул үсемлекләрдә үзлегеннән була торган мутацияләрне тасвирлый. Мутацияләр сирәк барлыкка килә, ләкин алар билгеләрнең кинәт тигезсез үзгәрүенә китерә һәм бу үзгәрешләр буыннан-буынга күчә.

Мутацияләр генотипка төрле дәрәҗәдә кагылырга мөмкин, һәм шуңа күрә аларны ген, хромосома һәм геном мутацияләренә бүләләр.

Ген, яки нокталы, мутацияләр — иң еш очрый торганнары. Алар бер ген чикләрендә бер яки берничә нуклеотид башкаларына алмашынганда барлыкка килә. Нәтиҗәдә ген эшчәнлегендә үзгәрешләр була, аминокислоталар эзлеклелеге үзгәргән, һәм шуңа күрә үзлекләре дә үзгәргән аксым синтезлана, нәтиҗәдә организмның ниндидер билгесе үзгәрә яки юкка чыга. Мәсәлән, ген мутацияләре аркасында бактерияләр антибиотикларга яки башка даруларга чыдамлырак булырга, тәненең формасын, колонияләренең төсен үзгәртергә мөмкин.

Хромосома мутацияләре дип хромосомалар структурасында берничә генга кагылышлы сизелерлек үзгәрешләр атала. Мәсәлән, хромосоманың очы өзелгәндә һәм геннарның бер өлеше юкка чыкканда, хромосома өземтәсе *югалырга* мөмкин. Кешенең 21 нче хромосомасында шундый хромосома мутациясе куркынычлы лейкоз — акканлылык авыруына китерә. Кайчак хромосоманың урта өлеше «кыркыла» һәм таркала. Хромосоманың андый мутациясе *делеция* дип атала. Делеция нәтиҗәләре төрлечә булырга

мөмкин: нинди дә булса җитешсезлекләр булмаудан башлап (әгәр ДНКның организмның үзлекләрен билгели торган геннары булмаган өлеше юкка чыкса) үлем яки нәселдән килгән җитди авыруга кадәр (әгәр хромосоманың әһәмиятле өлеше юкка чыкса).

Хромосома мутацияләренең тагын бер төре — хромосоманың нинди дә булса өлеше икеләтә арту. Бу вакытта геннарның бер өлеше хромосомада берничә тапкыр очрый. Мәсәлән, дрозофила хромосомаларының берсендә сигез тапкыр кабатланучы ген табалар. Мутациянең бер төре — *дупликация* — организм өчен югалуга яки делециягә караганда куркынычсызрак.

Инверсия вакытында хромосома ике урында өзелә, һәм барлыкка килгән өземтә, 180° ка борылып, яңадан өзелгән урынга тезелә. Мәсәлән, хромосома өлешендә А-Б-В-Г-Д-Е-Ж геннары була, Б һәм В, Д һәм Е арасында өзелүләр була, ВГД өземтәсе 180° ка борыла һәм өзелгән урынга баса. Нәтиҗәдә хромосома өлешенең структурасы А-Б-Д-Г-В-Е-Ж рәвешендә була. Ниһаять, бер хромосома участогының үзенә гомологик булмаган икенче хромосома янына күчүе ихтимал.

Геном мутацияләре. Бу очракта генотипта нинди дә булса хромосома я булмый, яки, киресенчә, артык була. Барыннан да ешрак мондый мутацияләр мейозда гамета барлыкка килгәндә нинди дә булса парның хромосомалары аерылып, икесе дә бер гаметага эләксә, ә икенче гаметада бер хромосома җитми калса була. Хромосоманың артык булуы, ул ким булгандагы кебек, фенотипта тискәре үзгәрешләргә китерә. Мәсәлән, хромосомалар аерылып киткәндә хатын-кызларда ике 21 нче хромосомалы күкәй күзәнәкләр барлыкка килергә мөмкин. Әгәр андый күкәй күзәнәк аталанса, *Даун синдромлы* бала дөньяга киләчәк. Бу балаларда акыл зәгыйфьлеге, эчке органнарында нормадан тайпылышлар күзәтелә, тышкы кыяфәтләре үзенчәлекле була. Шунысы кызганыч: Даун синдромлы балалар шактый еш туалар.

Геном мутацияләренең аерым очрагы булып *полиплоидия* тора. Полиплоидия,— митоз яки мейоз вакытында хромосомаларның аерылып китүе бозылу нәтиҗәсендә, күзәнәкләрдә аларның саны кабатлы арту. Андый организмнарның соматик күзәнәкләрендә, бу организмны барлыкка китергән гаметаларда ничә хромосома булуга бәйле рәвештә, $3n$, $4n$, $8n$ һ.б. хромосомалар була. Полиплоидия еш кына бак-

териялэрдэ һәм үсемлекләрдә, бик сирәк хайваннарда очрый. Культуралы үсемлекләрнең күп төрләре — полиплоидлар. Мәсәлән, кеше культуралаштырган барлык кыяклыларның дүрттән өче полиплоидлы. Әгәр бодай өчен хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы (n) 7 гә тигез булса, безнең шартларда үстерелә торган бодайның төп сорты — йомшак бодайның 42 шәр хромосома, ягъни 6n була. Культуралаштырылган чөгендер, карабодай һ.б.— шулай ук полиплоидлар. Кагыйдә буларак, полиплоид-үсемлекләрнең яшәү сәләте, җимешлелеге югары, үлчәмнәре зур. Хәзерге вакытта полиплоидларны табуның махсус методлары эшләнгән. Мәсәлән, кыш чәчәге үсемлегенең агуы — колхицин — гаметалар барлыкка килгәндә бүленү орчыгын җимерергә сәләтле, нәтиҗәдә 2n хромосомалы гаметалар табыла. Мондый гаметалар кушылганда, зиготада 4n хромосома булып чыга.

Мутацияләрнең күбесе организм өчен зарарлы яки хәтта үтергеч булырга мөмкин. Чөнки алар миллион еллар дәвамында табигый сайланышта җайга салынган бербөтен генотипны җимерәләр.

Мутацияләрнең сәбәпләре. Барлык тере организмнар мутацияләнү сәләтенә ия. Һәр конкрет мутациянең нинди дә булса сәбәбе була, әмма күпчелек очракта без аларны белмибез. Организмга төрле ысуллар белән тәэсир итеп, мутацияләрнең гомуми санын кискен арттырырга мөмкин. Мутацияләрне китереп чыгаручы факторларны *мутаген* факторлар дип атыйлар.

Беренчедән, ионлаштыручы нурланыш көчле мутаген тәэсиргә ия. Радиация мутацияләр санын йөзләгән тапкыр арттыра.

Икенчедән, мутацияне, нуклеотидлар чылбырын өзеп, ДНКга тәэсир итә торган матдәләр китереп чыгара. Башка молекулаларга тәэсир итеп тә, мутацияләр китереп чыгара торган матдәләр бар. Алда мутация төрләренең берсенә — полиплоидиягә китерүче колхицин турында әйтеп кителгән иде.

Өченчедән, төрле физик тәэсирләр, мәсәлән әйләнә-тирәлекнең температурасы күтәрелү дә, мутацияләргә китерә.

Әйтелгәннәрдән тормышта безнең әйләнә-тирәбездә мутацияләрне китереп чыгаручы факторларның мөмкин кадәр азрак булуның никадәр әһәмиятле икәне аңлашыла. Ә инде, көчле мутагеннар кулланып, үзеңнең булачак балаларыңны харап итү бөтенләй акылсызлык. Мәсәлән,

токсикоманнар, кыска вакытка тәэсирләнү өчен, тиешсез матдәләр кабул итәләр һәм организмның күпләгән күзәнәкләренә, шул исәптән алардан күкәй күзәнәкләр яки сперматозоидлар үсеп алачак беренчел җенес күзәнәкләренә, төзәтеп бетерә алмаслык зарар китерәләр.

Шулай итеп, мутацион үзгәрүчәнлекнең түбәндәге төп билгеләре була:

1. Мутацион үзгәрешләр кинәт килеп чыга, һәм алар нәтиҗәсендә организмда яңа үзлекләр барлыкка килә.

2. Мутацияләр нәселдән-нәселгә бирелә һәм буыннан-буынга күчә.

3. Мутацияләр юнәлешле характерда түгел, ягъни мутаген факторлар тәэсиреннән нинди ген мутацияләнүен алдан әйтү мөмкин түгел.

4. Мутацияләр организм өчен файдалы яки зарарлы, доминант яки рецессив булырга мөмкин.

Ген, хромосомалар һәм геном мутацияләре. Югалу. Делеция. Дупликация. Инверсия. Даун синдромы. Полиплоидия. Колхицин. Мутаген матдәләр.

?

1. Модификацияләр белән мутацияләр арасында төп аермалар нәрсәдә?
2. Мутацияләрнең сез нинди төрләрен беләсез?
3. Мутацияләр санын ясалма рәвештә нәрсә белән арттырырга мөмкин?
4. Нинди мутацияләр ешрак очрый: файдалыларымы, әллә зарарлыларымы?

3.13. Селекция нигезләре. Н. И. Вавилов эшләре

1. Хайваннарның кеше китереп чыгарган токымнарына мисаллар китерегез.
2. Кеше тарафыннан китереп чыгарылган үсемлек сортларына мисаллар китерегез.

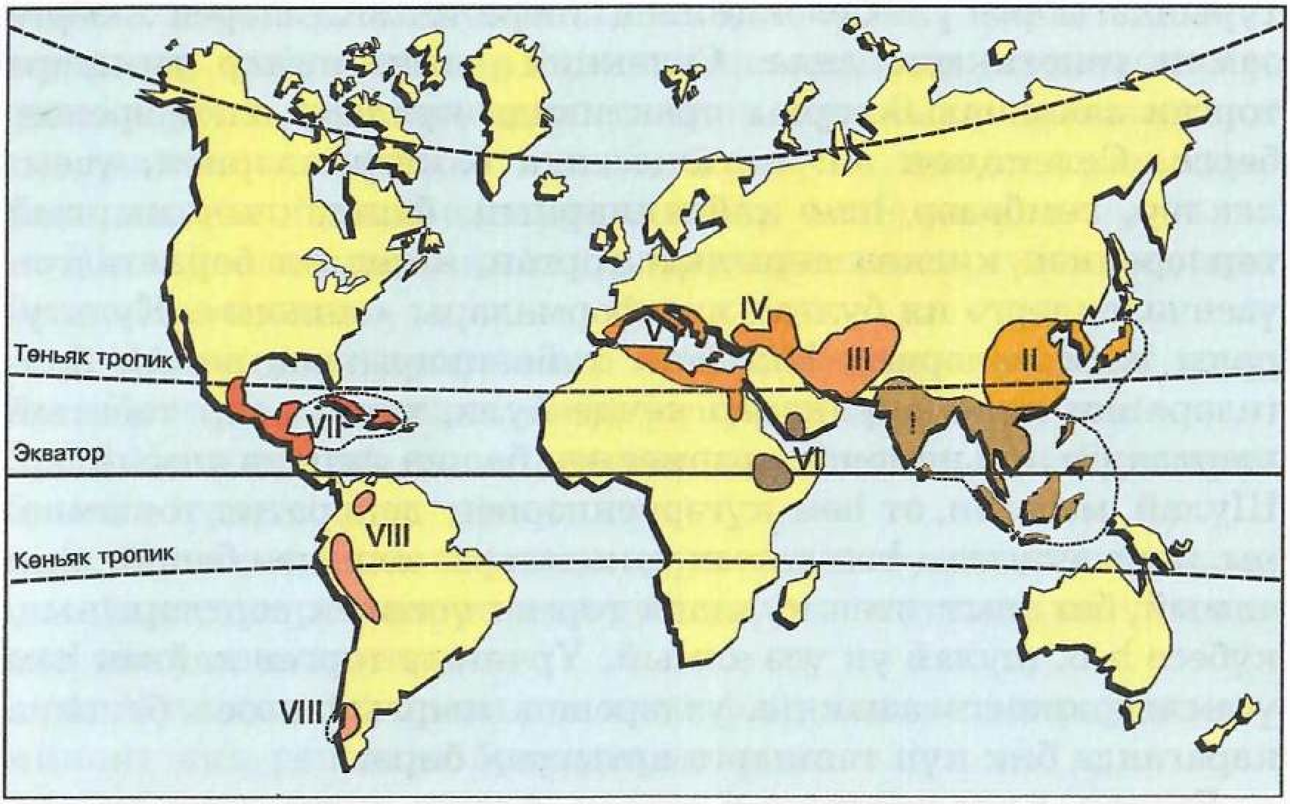
Селекция — үсемлекләрнең, хайваннарның кешегә кирәкле билгеләре булган яңа сортларын, токымнарын һәм микроорганизмнарның яңа штаммнарын чыгару методлары

турындагы фән ул. Селекциянең теоретик нигезләрен хәзерге заман генетикасы сала. Селекция — генетиклар тикшерә торган закончалыкларны практикада куллану өлкәләренең берсе. Селекцион эш нәтиҗәсендә бактерияләрнең, үсемлекләр, гөмбәләр һәм хайваннарның башлангыч кыргый төрләреннән кискен аерылып торган, нәселдән беркетелгән үзенчәлекләргә ия булган яңа формалары «эшләнә». Культуралы үсемлекләрнең һәм йорт хайваннарының аерым билгеләре еш кына шулкадәр көчле була, хәтта алар табигый шартларда, ягъни кеше ярдәменнән башка яши дә алмыйлар. Шулай, мәсәлән, эт һәм күгәрченнәрнең декоратив токымнары, йорт дуңгызы һәм тавык токымнары кешедән башка яши алмый, без азык итеп куллана торган үсемлек сортларының күбесе һ.б. шулай ук үсә алмый. Үрчетелә торган хайван һәм үсемлек кешегә азыкны, үзләренең кыргый нәсел башына караганда бик күп тапкырга артыграк бирә.

Безнең илдә селекцион эшнең фәнни нигезләрен эшләүдә *Н.И.Вавилов* һәм аның шәкертләре әйдәүчеләр булып торалар. Н.И.Вавилов эш өчен башлангыч затларны дөрес сайлау, аларның генетик төрлелеге һәм бу затлар гибридлашканда, нәселдәнлек билгеләре чагылышына әйләнә-тирәлекнең йогынтысы селекциянең нигезендә ята дип саный.

Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре. Үсемлекләрнең яңа гибридларын алу өчен башлангыч материал эзләп, Н.И.Вавилов XX гасырның 20—30 нчы елларында бөтен дөнья буйлап дистәләгән экспедицияләр оештыра. Бу экспедицияләр вакытында культуралы үсемлекләрнең 1500 дән артык төре һәм аларның бик күп сортлары җыела. Җыелган материалны анализлап, Н.И.Вавилов кайбер районнарда культуралы үсемлекләрнең билгеле бер төрләренең сортлары күптөрле булуын, ә икенче районнарда андый төрлелек күзәтелмәвен ачыклый. Культуралы үсемлекнең нинди дә булса төренең генетик төрлелеге иң күп булган районны Н.И.Вавилов аның килеп чыгу һәм культуралаштыру үзәге дип тәкъдим итә. Ул беренче тапкыр үсемлекләрнең кыргый төрләре үстерелә башлаган 8 борынгы игенчелек үзәген билгели (56 нчы рәсем).

1. *Һинд (Көньяк Азия) үзәгенә* Һиндстан ярымутравы, Көньяк Кытай, Көньяк-Көнчыгыш Азия керә. Бу үзәк — дөге, цитруслар, кыяр, баклажан, шикәр камышы һәм культуралы үсемлекләрнең бик күп башка төрләренең ватаны.



56 нчы рәсем. Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре картасы (Н. И. Вавилов буенча)

2. *Кытай (Көнчыгыш Азия) үзәгенә* Үзәк һәм Көнчыгыш Кытай, Корея, Япония керә. Бу үзәктә кеше тарафыннан тары, соя, карабодай, шалкан, чия, слива культуралаштырылган.

3. *Урта Азия үзәгенә* Урта Азия илләре, Иран, Әфганстан, Төньяк-Көнбатыш Һиндстан керә. Бу — бодайның йомшак сортлары, борчак, ногыт борчагы, җитен, киндер, сарымсак, кишер, груша, абрикос ватаны.

4. *Алгы Азия үзәге* Төркиядә һәм Кавказ арты илләрендә урнашкан. Бу районда арыш, арпа, роза, инжир культуралаштырылган.

5. *Урта диңгез үзәгенә* Урта диңгез буенда урнашкан Европа, Африка һәм Азия илләре керә. Биредә кәбестә, зәйтүн, петрушка, шикәр чөгендере, клевер культуралаштырылган.

6. *Абиссиния үзәге* хәзерге Эфиопиянең чагыштырмача зур булмаган районында һәм Гарәбстан ярымутравының көньяк ярында урнашкан. Бу үзәк — каты бодай, сорго, банан ватаны. Абиссиния үзәге барлык борынгы игенчелек үзәкләреннән иң борынгысыдыр.

7. *Үзәк Америка үзәге* Мексикага, Кариб диңгезе утрауларына һәм Үзәк Америка илләренең бер өлешенә урнашкан. Монда кукуруз, кабак, мамык, тәмәке, кызыл борыч культуралаштырылган.

8. *Көньяк Америка үзәге* Көньяк Американың көнбатыш ярларын били. Бу — бәрәңге, ананас, хина агачы, томат, фасоль ватаны.

Бу мәгълүматлар нигезендә Н. И. Вавилов ике нәтиҗә ясый. Беренчедән, Җирнең төрле районнарында бәйсез рәвештә үсемлекләрнең төрле, ләкин якын төрләре культуралаштырылган. Мәсәлән, кузаклыларны Урта Азиядә дә (борчак, ногыт борчагы), Көньяк Америкада да (фасоль) үстерә башлаганнар. Икенчедән, борынгы игенчеләр үрчетү өчен күпләгән кыргый төрләрнең бары 1—2 сен генә сайлап алганнар.

Әгәр культуралы үсемлекләр килеп чыгу үзәкләрен картада карасаң, барлык бу үзәкләр борынгы бөек цивилизация урыннары — Борынгы Мисыр, Кытай, Япония, Борынгы Греция, Рим, майя һәм ацтеклар дәүләтләре белән туры килә.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы. Чиксез күп санда культуралы үсемлекләрне һәм аларның кыргый нәсел башларын анализлау Н. И. Вавиловка теоретик генетика һәм практик селекция өчен зур әһәмияткә ия булган, организмнарның нәселдәнлек үзгәрүчәнлегендә параллелизмны билгеләүче законны тәгъбир итәргә мөмкинлек бирә. *Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы* дип аталган бу гомумиләштерүнең мәгънәсе мондый: «Генетик яктан якын ыруглар һәм төрләр нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең охшаш рәтләре белән шундый төгәллектә характерлана ки, бер төр эчендәге формалар рәтен белгән хәлдә, башка якын төрләр һәм ыругларның параллель формалары табылуын алдан күрергә мөмкин».

Н. И. Вавилов билгеләр үзгәрүчәнлеген кыяклылар семьялыгы үсемлекләрендә тикшерә. Ул бу семьялыкның аерым төрләренә хас 38 билгедән (башакчык кабырчыкларының һәм бөртекчәнең төсе, кылчыклылык һәм кылчыксызлык, бөртекчә формасы, яфраклар төзелеше, шытымнар төсе, көзге һәм язгы булуы, салкынга чыдамлыгы һ. б.), арышта — 37 билге, бодайда — 37, солы һәм арпада — 35 әр, кукуруз һәм дөгедә 32 шәр билге таба.

Бу закон селекция эше өчен кыйммәтле билгеләргә ия кыргый үсемлекләрнең булуын алдан әйтергә мөмкинлек бирә. Мәсәлән, әлегә кадәр диярлек шикәр чөгендеренең 3—5 орлык бер җимеш-йомгакчыкка оешып үскән күп

орлыклы сортлары гына билгеле иде. Мондый оешма җимештән берничә үсенте чыкканда артыкларын кулдан йолкып алырга туры килә иде. Әмма чөгендернең кыргый үсүче төрләренең җимешендә бер генә орлык булган үсемлекләр дә табыла. Н. И. Вавилов законы буенча, чөгендернең культуралы төрләрендә бер орлыклы мутант җимешләрне эзли башлыйлар. Күп санлы үсемлекләрне тикшерү нәтиҗәсендә, бер орлыклы аерым үсемлекләр табыла. Бу үсемлекләр нигезендә шикәр чөгендеренең бер орлыклы хәзерге сортлары табыла.

Башта бу закон үсемлекләрнең үзгәрүчәнлегенә карый, ләкин Н. И. Вавилов аның хайваннарга да кулланырга яраклылыгын күрсәтә.

Селекция. Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу һәм күптөрлелеге үзәкләре. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы.

1. Генетика ни өчен селекциянең теоретик нигезе булып тора?
2. Ни өчен культуралы үсемлекләрнең күпчелек сортлары кеше чәчеп үстерсә генә үсә ала?
3. Ни өчен культуралы үсемлекләрнең күптөрлелеге үзәкләре борынгы бөек цивилизация урнашкан урыннар белән туры килә?

3.14. Үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнар селекциясенең төп методлары

1. **Селекция эшләре ни өчен алып барыла?**
2. **Кыяклы бөртеклеләргә мисаллар китерегез.**

Теләсә нинди организмнар селекциясенең төп методлары булып гибридлаштыру һәм сайланыш тора.

Гибридлаштыру — ата-ана затларны кушылдыру процессы һәм алардан гибридлар алу. Сайлау процессында бу

гибридлар арасыннан кешене кызыксындыра торган билгеләре булган затларны табалар.

Төрнең үрчү ысулына бәйле рәвештә, сайланыш массакүләм яки индивидуаль булырга мөмкин.

Массакүләм сайланыш булганда, нәсел арасыннан кирәкле билгеләре булган үсемлекләрне яки хайваннарны алалар һәм, аларны үзара яңадан кушылдырып, икенче буын гибридлары табалар. Алар арасыннан яңадан кирәкле билгеләре булган затларны күпләп сайлыйлар һәм шулай дәвам итә. Массакүләм сайланышны, гадәттә, читтән серкәләнүче үсемлекләр өчен кулланалар. Мәсәлән, арышның яңа сортлары шулай табылган.

Индивидуаль сайланыш вакытында кешене кызыксындырган билгесе булган аерым үсемлекне (затны) сайлап алалар һәм аннан яңа буын алалар. Мондый метод, табигый ки, җенси юл белән үрчүче хайваннар селекциясендә кулланыла алмый. Индивидуаль сайланыш методы белән еш рак үзеннән серкәләнүче үсемлекләрнең яңа сортларын табалар; бодай, солы, арпа үрчегәндә, бер генә зат катнаша. Бер үзеннән-үзе серкәләнүче затның буыны *саф линиядән* гыйбарәт, ә ул исә, үзеннән серкәләнгәнгә күрә, гомозиготалы организмнардан тора. Әгәр нинди дә булса үсемлек вегетатив юл белән (чыбыкча, үренте, ялгап) яхшы үрчесә, гетерозиготалы затларны бик озак сакларга мөмкин. Гетерозиготалылыгы югары дәрәҗәдә булуы белән аерылып торган сортлар җенси үрчегәндә, сортның кыйммәтле үзлекләре сакланмый, алар таркала.

Күпчелек авыл хуҗалыгы хайваннарының нәселе бик аз була, кайвакыт аның гомозиготалылыгын арттыру өчен *якын ырудаш кушылдыру* үткәрергә туры килә, мәсәлән, бер сыердан туган үгез белән тананы кушылдыралар. Мондый кушылдыру күпмедер дәрәҗәдә үсемлекләрнең үзеннән серкәләнүләре белән охшаш. Якын ырудаш кушылдырганда, яңа буында еш кына сайланыш ясалган билгенең көчәюе күзәтелә, ләкин шуның белән бергә, башка үзлекләр кискен начарая. Мәсәлән, авыруларга иммунитеты кимергә мөмкин һ.б. Якын ырудаш кушылдыруның шундый тискәре нәтиҗәләре *депрессия* дип атала. Читтән серкәләнә торган үсемлек үзеннән-үзе серкәләнгән очракта, гибрид буында депрессия булырга мөмкин.

Бер төрдән булган үсемлекләрнең төрле сортларын яки хайваннарның токымнарын үзара кушылдырганда, беренче гибрид буын эрелеге, чыдамлылыгы һәм үрчемлелеге югары булу белән аерыла. Бу күренеш *гетерозис* дип атала. Кызганычка каршы, гетерозис үсемлекләрне яки хайваннарны үзара кушылдырганда табылган буында андый сыйфатлар булмый, ягъни гетерозис тиз сүнә.

Селекциядә тагын бер әһәмиятле метод булып, үзенә ата-ана төрдән кыйммәтле үзлекләр алган, төрара гибридлар табу тора. Бу юл белән табылган гибридларның җенси юл белән үрчи алмавы *төрара гибридлаштыруны* катлауландыра. Мейоз вакытында хромосомалар гомологик парлар белән туры килергә һәм үзара конъюгацияләнергә тиеш. Якын, ләкин төрле төр затларының хромосомалар саны да һәм аларның формасы да бер-берсеннән аерыла. Төрара гибридларның үрчемсезлеген бетерү ысулларының берсен безнең илнең танылган генетигы Г. Д. Карпеченко таба. Ул торма һәм кәбестәдән гибрид табып, шуның белән эшли. Кәбестәнең дә, торманың да гаплоидлы җыелмасы 9 хромосомага тигез. Гибридның һәр күзәнәгендә 18 әр хромосома (9 ы кәбестәдән һәм 9 ы тормадан), һәм бу гибрид үрчемсез була, чөнки «кәбестә» хромосомалары да, «торманыкы» да мейозда үзара конъюгацияләнми. Г. Д. Карпеченко шул вакытта күзәнәкләрендә 36 шар хромосома булган (18 е «кәбестәнеке» һәм 18 е «торманыкы») гибрид полиплоидны таба. Хәзер мейозда «кәбестәнең» 9 хромосомасы «кәбестәнең» 9 гомологик хромосомасы белән конъюгацияләнә, «торманың» 9 хромосомасы — «торманың» 9 ы белән. Һәр гаметада «торма» һәм «кәбестә» хромосомаларының гаплоидлы җыелмасы (9 + 9 = 18) була, ә аталанганда, һәр күзәнәктә 36 хромосомалы төрара полиплоидлы гибрид барлыкка килә. Шулай итеп, Г. Д. Карпеченко үсемлекләрнең төрара гибридларының үрчемсезлеген бетерә.

Төрара гибридлаштыруны терлекчелектә дә кулланалар. Мәсәлән, кешеләр элек-электән мул терлеген файдаланганнар. Мул — ишәк белән ат гибриды. Муллар үрчемсез, ләкин бик көчле, чыдам, озак яши, тыныч холыклы.

Төрара гибридлаштыру ярдәмендә бодай һәм арышның тритикале дип аталган гибриды табылды. Тритикале күп бөртек һәм терлек азыгы итеп кулланыла торган яшел масса бирә.

Күп культуралы үсемлекләр полиплоидлы, ягъни аларның хромосомалар җыелмасы *n* кабатлы арткан һәм күзәнәкләрендә 3n, 4n хромосомалар була һәм шулай дәвам итә. Полиплоид үсемлекләр корылыкны һәм температура тирбәнешләрен җиңел кичерәләр, эре булалар. Мәсәлән, төньяк киңлекләрдә яки биек тауларда үсәргә сәләтле үсемлекләрнең күбесе полиплоидлар. Ләкин хайваннарда полиплоидия була алмый.

Яңа сортлар табуның мөһим ысулы булып *ясалма мутагенез* тора: бу — үсемлеккә мутацияләр китереп чыгара торган нурланыш һәм химик матдәләр белән тәэсир итеп, яңа файдалы үзлекләргә ия организмнар табарга тырышу. Шундый юл белән арпа һәм бодайның яңа югары уңыш бирә торган сортлары табылды. Моннан тыш, ясалма мутагенез ярдәмендә бактерияләрнең һәм гөмбәләрнең витаминнар, азык аминокислоталары, антибиотиклар һ.б.ны бүлеп чыгара торган яңа штаммнары һәм төрләре китереп чыгарылды.

Бактерияләр һәм бер күзәнәкле эукариотлар промышленностьның төрле тармакларында елдан-ел күбрәк кулланыла. Азык продуктлары, витаминнар, дарулар җитештерүнең күп процесслары микроорганизмнар һәм гөмбәләр эшчәнлегенә нигезләнә. Кешегә кирәкле матдәләрне тере күзәнәкләр ярдәмендә табу процессларын *биотехнология* дип атыйлар. Бактерияләрне В группасы витаминнарын, азык һәм терлек азыгы аксымын, азыкта җитәрлек булмаган аминокислоталарны җитештерү өчен кулланалар. Күгәрек гөмбәләре микробларны үтерә торган берничә төрле матдә бүлеп чыгара. Бу матдәләрнең гомуми исеме — *антибиотиклар.* Руданы эшкәрткәндә, кыйммәтле металларны — алтын, көмеш, бакырны аерып алырга да микроблар ярдәм итә. Күп бактерияләр һәм гөмбәләр авыл хуҗалыгында төрле корткычларга каршы көрәштә кулланыла. Мәсәлән, гнилокровия дип аталган бактерияне урман корткычына — парсыз ефәк күбәләгенә каршы көрәшү өчен кулланалар.

Микроорганизмнарның яңа штаммнарын табу өчен төрле мутагеннардан файдаланалар. Бактерияләр җенессез юл белән бик тиз үрчиләр. Шуны истә тотып, галимнәр алдында кеше өчен файдалы үзлекле микроорганизмнары сайлап алу бурычы тора.

Гибридлаштыру. Массакүләм сайланыш. Индивидуаль сайланыш. Саф линияләр. Якын ырудаш кушылдыру. Гетерозис. Төрара кушылдыру. Ясалма мутагенез. Биотехнология. Антибиотиклар.

?

1. Селекцион эш методларын санап чыгыгыз.
2. Массакүләм сайланыш индивидуаль сайланыштан нәрсәсе белән аерыла?
3. Гетерозис нәрсә ул?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Тереклек берәмлеге — күзәнәк. Күп тере организмнар мөстәкыйль яшәргә сәләтле күзәнәктән гыйбарәт: болар — бактерияләр, амёбалар, яшел эвглена, инфузория башмакчык, хламидоманада. Тирә-юнебездә күп күзәнәкле хайваннар яши, үсемлекләр, гөмбәләр үсә.

Бер күзәнәкле яки күп күзәнәкле теләсә нинди организм мөстәкыйль үзеннән-үзе регуляцияләнүче катлаулы тере система булып тора. Ул әйләнә-тирәлек белән матдә һәм энергия алмашына керә, үрчи. Күпкүзәнәклелек тере организмнарга өстенлекләр бирә, алар арасында иң әһәмиятлесе — уңайсыз шартларда яшәү өчен өстәмә мөмкинлекләре булу. Әгәр амёбаның тышкы мембранасын зарарласаң, ул шунда ук үләчәк, ә менә гидраның бер яки берничә күзәнәген зарарласаң, гидра яши. Күп күзәнәкле организмны күп бүлемнәргә бүленгән су асты көймәсе белән чагыштырырга була. Һәр бүлемнең үз үзенчәлекләре була, ләкин бер бүлемне җимерү су асты көймәсен һәлакәткә китерми.

Организмда һәр күзәнәкнең үз бурычлары була: бертөрле күзәнәкләр организмның хәрәкәте өчен җавап бирә, икенчеләре — үрчү өчен, өченчеләре — дошманнарыннан саклану, азык эләктерү һ.б. өчен. Билгеле, күп күзәнәкле организмның күп санлы күзәнәкләре авырлыкларны, бактериянең яки иң гади төзелешлеләрнең бердәнбер күзәнәгенә караганда ансатрак җиңәләр.

Барлык тере организмнар үрчиләр. Үрчү җенессез һәм җенси булырга мөмкин. Җенессез үрчү формалары: бөреләнү, тәннең бүленүе, споралар барлыкка килү, вегетатив үрчү.

Җенес күзәнәкләре гаметалар дип атала. Гаметалар җенес бизләрендә: сперматозоидлар — орлыклыкларда, ә күкәй күзәнәкләр күкәйлекләрдә формалашалар. Мейоз нәтиҗәсендә барлыкка килгән гаметаларда гаплоидлы (n) хромосомалар җыелмасы була.

Мейоз процессында хромосомалар икеләтә арта, ә аннан соң күзәнәк бер-бер артлы ике тапкыр бүленә, һәм нәтиҗәдә бер диплоидлы күзәнәктән 4 гаплоидлы күзәнәк барлыкка килә.

Аталанган күзәнәк — зигота. Аталану тышкы (организмнан читтә) һәм эчке (ана зат организмы эчендә) булырга мөмкин.

Ябык орлыклы үсемлекләрдә икеләтә аталану.

Организмның индивидуаль үсеше онтогенез дип атала. Онтогенезның эмбриональ периоды стадияләре: бүлгәләнү, бластула, гаструла, нейрула.

Организм өч яралгы җәймәсеннән: эктодерма, энтодерма һәм мезодермадан формалаша.

Яралгы охшашлыгы законы: тип чикләрендә эмбрионнарда билгеле охшашлык чагыла.

Биогенетик закон: затның индивидуаль үсеше (онтогенез) билгеле бер дәрәҗәгә кадәр бу зат үзе кергән төрнең тарихи үсешен (филогенезны) кабатлый.

Генетика — тере организмнарның нәселдәнлеген һәм үзгәрүчәнлеген өйрәнә торган фән. Нәселдәнлек — тере организмнарның үзләренең билгеләрен һәм үзлекләрен буыннан-буынга күчерү үзлеге ул. Үзгәрүчәнлек — барлык тере организмнарның үсеш процессында төрнең башка затларыныкыннан үзгә яңа билгеләр булдыру үзлеге ул.

Нәселдәнлекнең элементар берәмлеге — ген — ДНК молекуласының бер өлеше булып тора. Бер үк билгегә җаваплы геннар аллель геннар дип атала. Хромосомада ген урнашкан урын локус дип атала. Әгәр күзәнәкләрдә нинди дә булса билгенең ике бертөрле гены булса, бу организм әлеге билге буенча гомозиготалы була, әгәр геннар төрле булса, организм гетерозиготалы була.

Организмда барлык геннар җыелмасы — генотип. Барлык билгеләр җыелмасы — фенотип. Ике аллель генның гетерозиготалыларда фенотипта беленә торганы доминант дип, ә беленми торганы рецессив дип атала.

Г. Мендель, гибридологик методны кулланып, нәселдәнлекнең төп законнарын билгели: беренче буын гибридла-

рының бертөрлелеге кагыйдәсе, таркалу кагыйдәсе, гаметалар сафлыгы законы, билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчүе кагыйдәсе.

Әгәр доминант ген рецессив генны ахырга кадәр басмаса, тулы булмаган доминантлык күзәтелә. Фенотип буенча аерылып тормаган затларның генотибын билгеләү өчен, аларны рецессив гомозиготалы зат белән кушылдыралар. Бу — анализлаучы кушылдыру.

Т. Морган хромосомалар сызыкча тоташкан геннар төркемнәреннән гыйбарәт булуын билгеле. Бер хромосомада булган геннар мейозда бер гаметага эләгәләр һәм нәселдән-нәселгә тоташып күчәләр. Мейозда хромосомалар аллель геннары белән алмашынырга мөмкин. Бу күренеш «хромосомаларның аркылы кисешүе» дип атала.

Организмның кайбер билгеләре берничә генның тәэсире белән билгеләнә.

Җенес хромосомалары — ата һәм ана затларда аерылып торган хромосомалар.

Организмның генотипка кагылмаган һәм буыннан-буынга күчми торган үзгәрешләре модификацион үзгәрүчәнлек була. Модификацион үзгәрүчәнлекнең чикләре — реакция нормасы. Билге үзе нәселдән-нәселгә күчми, ә билгеле бер шартларда бу билгене чагылдыру сәләте күчә.

Генотип үзгәрешләре — мутацияләр. Ген, хромосомалар, геном мутацияләре була. Мутацияләрнең сәбәпләре тышкы тирәлектә яшеренгән һәм аларны нурланыш, химик һәм физик тәэсир итүләр китереп чыгарырга мөмкин.

Селекция — үсемлекләрнең яңа сортларын, хайваннарның яңа токымнарын һәм микроорганизмнарның яңа штаммнарын китереп чыгару методлары турындагы фән. Селекциянең теоретик нигезен генетика тәшкил итә. Селекциянең фәнни методлары нигезләрен безнең илдә Н. И. Вавилов салган. Ул Җир шарында кыргый үсүче үсемлекләр культуралаштырылган районнарны ача, генетик яктан якын төркемнәрнең нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең охшаш рәтләре белән характерлануын билгеле.

Селекция эшенең төп методлары — гибридлаштыру һәм сайлап алу.

4 нче бүлек

Популяция-төр дәрәҗәсе

Бу бүлектән сез

- *биологик төр һәм аның критерийлары нинди булуы;*
- *популяция дип нәрсәнең аталуы;*
- *популяцияләрнең демографик характеристикаларын өйрәнүнең мөһимлеге;*
- *биологик классификациянең ничек төзелүе һәм аның тере организмнар эволюциясе белән бәйләнеше турында*

белерсез

4.1. Төр критерийлары

1. Нәрсә ул төр?
2. Үсемлекләрнең яки хайваннарның сез нинди төрләрен беләсез?

Тереклек дөньясы бер-берсеннән аерылып торган чиксез күп сандагы үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр, микроорганизмнардан тора. Алар барысы да үзләренә азык табарга, тереклек итү пространствосы яулап алырга, үрчергә тиеш. Бу проблемаларны чишү процессында тере организмнар күпләгән төрле формалар барлыкка китерә алганнар һәм аларның һәрберсе билгеле бер физик шартларда, билгеле бер чолганышта яшәргә җайлашкан. Кешеләр бик күптәннән үзләре тирәсендә яшәүче хайваннар һәм үсемлекләр арасындагы аерымлыкларга игътибар иткәннәр һәм аларны системага салырга тырышып караганнар. Ләкин борынгы заманнарда организмнарны классификацияләгәндә биологик принциплар кулланылмаган, ә икенче принциплар кулланылган. Хайваннарны, мәсәлән, файдалыларга, зарарлыларга һәм кеше өчен кирәксезләргә бүлгәннәр. Үсемлекләрне — җимеш, сүс яки үзагач бирә торганнарга аерганнар.

Биология үсеш алу белән, төрләрнең мөһим биологик берәмлекләр булып торуына төшенә башлыйлар, аларны классификацияләргә һәм өйрәнергә кирәк була.

Төр дип килеп чыгышы уртак булу белән характерланган, барлык билгеләре һәм үзлекләре охшаш һәм кушылдырганда үрчеп үзләрен чиксез яңартырга сәләтле организмнар җыелмасын атыйлар.

Инглиз натуралисты Джон Рей беренче булып организмның нинди төргә керүен ачыкларга мөмкинлек биргән критерийларны, яки билгеләрне аерып күрсәтергә тырышып карый (1700). Ул шул төргә кергән барлык индивидуумнар табигатьтә ирекле кушылырга һәм шул ук төрнең яңа буынын бирергә мөмкин дип саный. Хәтта әгәр бер үрчем буыннары арасында бер-берсеннән ачык аерылып торган ике организм булса да, алар барыбер шул төргә керәчәк. Мәсәлән, төрле токымнан булган этләр тышкы кыяфәтләре белән нык аерылып торсалар да, алар барысы да бер төргә карый (57 нче рәсем).

57 нче рәсем. **Эт токымнары: боксёр (өстә сулда), колли (аста сулда), пекинес (өстә уңда), чау-чау (аста уңда)**

Бөек швед натуралисты Карл Линней, фәнни систематиканы төзүче буларак, төрләрне башка тереклек формаларыннан төзелеш билгеләре буенча аерылып торган бербөтен төркемнәр буларак билгели. Икенче төрле әйткәндә, организмнарның кайбер төркемнәрен бер-берсенә охшаш итә һәм шул ук вакытта башка барлык төркемнәрдән аерымлый торган төзелеш билгеләре булу аларны бер төргә кертү өчен критерий була да инде.

Төр критерийлары. Бер төрне икенчеләреннән аерып торган билгеләр һәм үзлекләр төр критерийлары дип атала.

Төрләрне аеру өчен Линней файдаланган тышкы төзелеш билгеләре *морфологик критерийга* мисал булып тора. Аның нигезендә организмнарның тышкы һәм эчке төзелешенең охшашлыгы ята.

Физиологик критерий нигезендә барлык тереклек эшчәнлеге процессларының охшашлыгы, һәм, барыннан да бигрәк, кушылдырганда яңа нәсел алу мөмкинлеген билгеләгән үрчү охшашлыгы ята.

Ләкин морфологик охшашлык та, физиологик охшашлык та төрнең ышанычлы критерийлары булып хезмәт итә алмый. Шулай, мәсәлән, вакытлар узу белән, тыштан аерылып тормаган организмнар төркемнәренең төрле төрләргә керү ихтималы булуы ачыклана. Галимнәр хромосомалар җыелмасы белән генә аерылып торган *бик охшаш төрләр* булуын күрәләр. Мондый төрләр балыклар, бөҗәкләр, имезүчеләр, үсемлекләр арасында очрый.

Физиологик критерий да һәрвакыт «эшләп җиткерми»; табигатьтә кушыла һәм үрчемле гибридлар бирә алган төрләр билгеле. Бу, мәсәлән, эт белән бүре кушылганда күзәтелә. Кайбер кош төрләренең (кенәри, кызылтүш), шулай ук үсемлекләрнең (тополь, тал) гибридлары үрчемле булырга мөмкин.

Шуңа күрә төрне билгеләгәндә, әйтелгән критерийлардан тыш, башкалары да кулланыла.

Генетик критерий — һәр төрнең үзенә хас хромосомалар җыелмасы, аларның зурлыгы, формасы, ДНК составы.

Экологик критерий — организмнарның табигый бергәлекләрендә төрнең урыны, аның специальләшүе, төрнең яшәве өчен кирәкле тышкы тирәлек факторлары җыелмасы.

Географик критерий — төрнең табигатьтә таралу өлкәсе *(ареалы)*.

Тарихи критерий — борынгы нәсел башларының уртаклыгы, төрнең барлыкка килүе һәм үсешенең бердәм тарихы.

Төрнең абсолют критерие юк. Төрле критерийлар үзара бәйләнгән һәм барысы бергә генә төрнең бербөтенлеген һәм бердәмлеген билгелиләр. Табигатьтә бу бербөтенлелек, төрләр катнашуга комачаулаучы, репродуктив изоляция (үрчүгә бәйле аерымлану) аркасында саклана. Андый изоляция күпләгән механизмнар белән тәэмин ителә, мәсәлән: ареаллар аерымлылыгы белән, үрчүнең төрле срокта яки урында булуы белән, үз-үзләрен тоту үзенчәлекләре һ.б. белән.

Җирдә ничә төр бар. Организмнар классификациясе системасын эшләгән Карл Линней заманыннан башлап дөньяда 1,5 млн төр тасвирланган. Бу XVIII гасырда Линней үзе көткәннән шактый күбрәк. Ә чынлыкта Җирдә яшәүче төрләр барысы да тасвирланмаган һәм системалаштырылмаган. Мондый нәтиҗә өчен берничә нигезле аргумент бар.

1 млн га якын төр (ягъни гомуми санның өчтән икесе) уртача климат зонасында тереклек итә. Организмнарның күп төркемнәрен җентекләбрәк өйрәнгәндә, күп кенә яңа төрләр ачыла. Шуңа күрә аларның реаль саны инде ачылганнардан бер ярым тапкыр артыграк дип әйтергә мөмкин. Икенче төрле әйткәндә, уртача климат зонасында 1 млн түгел, ә 1,5 млн төр исәпләнә. Тропик өлкәләрдә төрләрнең күплеге, уртача зонадагыга караганда, кимендә ике тапкыр югарырак булуы билгеле. Бу — тропикларда кимендә 3 млн төр яши дигән сүз, ләкин аларның күбесе бүгенге көнгә кадәр ачылмаган һәм тасвирланмаган. Шулай итеп, чынлыкта Җирдә бүгенге көндә теркәлгәннән өч тапкыр артыграк төр яши: алар берничек тә 4—5 млн нан ким булырга тиеш түгел.

Кызганычка каршы, безнең көннәрдә төрләрнең ачылуына һәм тасвирлануына караганда, юкка чыгуы тизрәк бара. Бу яшәү урыннары җимерелү нәтиҗәсендә була, бигрәк тә тропикларда, анда төрләр бик күп булганлыктан, алар арасында тар специальләшү күзәтелә, ягъни тышкы тирәлекнең төгәл билгеле бер шартларында гына яшәргә җайлашканнар. Бу шартларның (температура, дымлылык, яктылык) берсе аз гына үзгәрсә дә, мәсәлән, агач кисүгә, юллар төзүгә бәйле рәвештә, үсемлекләр һәм хайваннарның теге яки бу төре тулысынча юкка чыгарга мөмкин. Төр юкка чыгу тирән эз калдыра. Аларның һәрберсе кабатланмас һәм Җирдә үз чиратында безнең үзебезнең дә биологик төр буларак яшәвебезгә йогынты ясаучы шартлар формалашуда үзеннән уникаль өлеш кертә.

Төр. Төр критерийлары: морфологик, физиологик, генетик, экологик, географик, тарихи. Ареал.

?

1. Төр нәрсә ул?
2. Сезгә төрнең нинди критерийлары билгеле?
3. Безнең планетада ничә төр яши?

4.2. Популяцияләр

1. Ни өчен безгә билгеле булган күпчелек төрләрнең организмнары табигатьтә төркемнәр булып яши?

2. Ни өчен бер төргә кергән организмнар төркеме, мәсәлән казаяк, кычыткан, күрән һ.б. һәркайда түгел, ә билгеле бер урыннарда гына очрый? Бу нинди урыннар?

Популяция. Хайваннар һәм үсемлекләр төрләренең имин яшәве тиешле шартлар һәм яшәү өчен кирәкле ресурслар таләп итә. Затлар бер урыннан икенче урынга күчкәндә, шартлар да, ресурслар да үзгәрергә мөмкин, шуның белән бергә, кайбер факторларның салмак үзгәрүе ихтимал (мәсәлән, көньяктан төньякка таба күчкән саен температура үзгәрүе кебек), икенчеләре үзгәрешсез кала (мәсәлән, һавада углерод диоксидының микъдары), ә өченчеләре тигезсез үзгәрә (мәсәлән, туфрак составы һәм структурасы үзгәргәндәге кебек).

Болар барысы да теге яки бу төр өчен яраклы шартларның пространствода аерым утраучыклар рәвешендә формалашуына китерә. Төрләр үзләренә яраклы бу «утраучыкларга» урнашалар, шуңа күрә алар тигез таралмаган, ә аерым төркемнәр популяцияләр булып таралган. Биологик төрләрнең үзенчәлеге әнә шуннан гыйбарәт: алар популяцияләр формасында яшиләр.

Популяция — бер төрнең бирелгән районда чиксез озак яшәргә һәм ирекле кушылырга сәләтле организмнар төркеме.

Бер төр популяцияләре бер-берсеннән ачык беленеп торган чикләр белән аерымланган булырга мөмкин (мәсәлән, су организмнары популяцияләре арасындагы чикләр сулыкның яр сызыгы буенча уза). Коры җир-һава тирәлегендә тереклек итүче күп төрләрнең популяцияләре арасындагы чикләр беленми. Күп кимерүчеләрнең (леммينглар, кыр тычканнары һ.б.) популяцияләре биләгән территорияләрнең чикләре бу хайваннарның санына бәйле булуы билгеле. Алар, җәнлекләр саны артканда киңәеп һәм җәнлекләр саны кимегәндә кыскарып, тирбәнештә кебек. Бер үк төр кошларның төрле популяцияләре кышлау урыннарында яки миграция вакытында янәшә яшиләр.

Үсемлекләрнең орлыклары хайваннар, җил һ.б. белән ерак араларга таралырга мөмкин.

Популяцияләр — организмнарның, вакытта һәм пространствода тотрыклылыгын саклап, үз-үзләрен яңартучы төркемнәре. Балыкларның яки чыпчыкларның өерләрен популяцияләр дип атап булмый: андый төркемнәр тышкы факторлар йогынтысыннан җиңел таркалырга яки башкалар белән катнашырга мөмкин.

Популяция төшенчәсе билгеле бер мәгънәдә, сезгә тарих курсыннан таныш булган «кабилә» төшенчәсенә якын.

Төрле районнарда яшәү шартлары берникадәр аерыла. Шуның нәтиҗәсендә аерым популяцияләрдә, аларны берберсеннән аерып торган үзлекләр барлыкка килергә һәм тупланырга мөмкин. Бу организмнарның төзелешендә, аларның экологик, физиологик һәм башка үзлекләрендәге аермаларда чагылырга мөмкин. Башкача әйткәндә, популяцияләр, аерым организмнар кебек, үзгәрүчәнлеккә ия. Организмнар арасындагы кебек, популяцияләр арасында да ике тулысынча тиңдәш организмны табып булмый.

Популяцияләрнең үзгәрүчәнлеге — эволюциянең мөһим факторы: ул төрнең эчке төрлелеген, аның яшәү шартларының локаль (җирле) үзгәрешләренә тотрыклылыгын арттыра, аңа яңа тереклек итү урыннарына үтеп керергә һәм урнашырга ярдәм итә. Әйтергә кирәк, популяция формасында яшәү төрне бaета, аның бөтенлеген һәм төп төр үзлекләре саклануын тәэмин итә.

Популяцияләр аерымланып яшәмиләр. Алар башка төрләрнең популяцияләре белән тәэсир итешәләр һәм бергә тагын да югарырак дәрәҗәдә төзелгән системалар — *биотик бергәлекләр* барлыкка китерәләр.

Популяцияләр тормышын *экология* — организм дәрәҗәсеннән югары торган системаларның төзелеше һәм эшләве турындагы фән өйрәнә. Бу фән җавап бирергә тырышкан төп сораулар: популяцияләрдә теге яки бу төр организмнарының саны һәм бүленеше нәрсәгә бәйле; төрле төрләр табигатьтә янәшә ничек яшиләр һәм бер-берсенә нинди йогынты ясыйлар; тере организмнарның терек булмаган табигать белән тәэсир итешүе ничек бара һәм нинди нәтиҗәләргә китерә?

Популяцияләр — бергә тереклек итүче организмнар һәм аларның яшәү шартлары җыелмасы булып торган экологик системаларның төп элементлары.

Һәр төр табигатьтә билгеле бер роль уйный. Теге яки бу пространствоны биләп, оя корып, күченеп, теге яки бу азыкны кулланып, төр әйләнә-тирә табигатькә билгеле бер рәвештә йогынты ясый һәм, популяциядә затлар никадәр күбрәк булса, бу йогынты да шулкадәр зуррак була. Матдәләр әйләнеше, терек һәм терек булмаган табигать арасындагы энергия алмашы популяцияләргә бәйле. Популяцияләрнең уртак эшчәнлеге биотик бергәлекләр һәм экологик системаларның күп кенә мөһим үзлекләрен билгели.

Демографик күрсәткечләр. Популяцияне күпмедер дәрәҗәдә шартлы рәвештә организм белән чагыштырырга мөмкин: ул шулай ук үсә, ваграк кече төркемнәргә бүленә, яшәү шартлары үзгәрү белән үзгәрә. Бер үк вакытта ул затлар төркеменә генә хас булган аерым үзлекләргә ия. Мәсәлән, *ишлелек* (организмнарның гомуми саны), *туучылар саны* (сан ягыннан арту тизлеге), *үлучеләр саны* (затлар үлүе нәтиҗәсендә сан ягыннан кыскару тизлеге), *яшь составы* (төрле яшьтәге затлар санының чагыштырмасы) кебек күрсәткечләрне аерым организмнарга карата кулланып булмый, алар популяцияне генә тулаем характерларга мөмкин. Бу күрсәткечләр *демографик* күрсәткечләр дип атала. Алар популяцияләр тормышы белән идарә итә торган законнарны аңлау өчен, аларда даими булып торган үзгәрешләрне алдан белеп тору өчен кирәк.

Популяциядәге организмнар үзара төрле мөнәсәбәтләр белән бәйләнгән: алар бергә үрчүдә катнашалар, бер-берсе белән ресурсларның теге яки бу төре өчен конкуренция алып барырга, бер-берсен ашарга яки ерткычтан бергә сакланырга мөмкин. Популяцияләрдә эчке мөнәсәбәтләр бик катлаулы. Шуңа күрә, теге яки бу экологик фактор үзгәргәндә, аерым затларның һәм популяцияләрнең реакцияләре еш кына туры килми. Мәсәлән, аерым организмнарның үлеме (мәсәлән, ерткычлардан) популяциянең сыйфат составын яхшыртырга, аның исән калучанлыгын арттырырга мөмкин. Ерткыч корбаны булып, нигездә, инфекцияләргә бирешүчән, зәгыйфьләнгән затлар тора. Ерткычлар, андый затларны аулап, бөтен популяция өчен куркыныч тудырган авырулар таралуын тоткарлыйлар. Монда без үзара төрле мөнәсәбәтләр белән бәйләнгән элементлардан торган, катлаулы биологик объектларга карата кулланылучы бик әһәмиятле бер кагыйдә белән очрашабыз: *биологик системаның (популяция, бергәлек яки экосистема) торы-*

шы турында аның аерым элементларының торышы буенча һәрвакыт фикер йөртеп булмый.

Демографик күрсәткечләрне өйрәнүнең практик әһәмияте бик зур. Мәсәлән, агач әзерләгәндә, кисүне дөрес планлаштыру өчен, урманның яңадан элекке хәленә кайту тизлеген белү мөһим. Хайваннарның кайбер популяцияләрен тулы кыйммәтле азык яки затлы мех чималы алу өчен файдаланалар, башкаларын өйрәнү медицина-санитария карашыннан әһәмиятле (мәсәлән, вак кимерүчеләр популяцияләре — кеше өчен куркынычлы авыру китереп чыгаручыларны йөртүче һәм таратучылар).

Барлык бу очракларда безне, барыннан да элек, туладем популяциядәге үзгәрешләр, бу үзгәрешләрне прогнозлау мөмкинлеге, аларны көйләү (мәсәлән, авыл хуҗалыгы җирләре корткычларының санын киметү) кызыксындыра. Моның өчен популяциядәге үзгәрешләрнең сәбәбен һәм тизлеген белү, шулай ук бу табигать объектларының төрле параметрларын үлчи белү бик кирәк.

Популяция. Төркем. Үзлегеннән яңару. Биотик бергәлек. Экология. Демографик күрсәткечләр.

?

1. Популяция нәрсә ул?
2. Ни өчен биологик төрләр популяцияләр формасында яшиләр?
3. Нинди үзлекләр популяцияләрне организмнар төркеме буларак характерларга мөмкин?
4. Популяцияләрне өйрәнүнең практик әһәмияте нәрсәдә?Мисаллар китерегез.

4.3. Биологик классификация

1. Организмнарның иң эре систематик категорияләрен әйтегез.
2. Сезгә тагын нинди систематик категорияләр билгеле? Зоология һәм ботаника курсларыннан мисаллар китерегез.

Кешеләр һәрвакыт үзләренең әйләнә-тирәсендәге объектларны, шул исәптән тере организмнарны, тәртипкә салырга, инвентаризация үткәрергә омтылганнар. Китап басу

эше барлыкка килү һәм кешеләр арасында бәйләнешләр үсү белән, бердәм классификация системасы, ягъни барлык илләрдә дә танылырлык һәм организмнарның барлык төрләренә карата кулланыла алырлык система төзү зарурлыгы туа. Биологиянең организмнарны (тереләрен дә, үлгәннәрен дә) тасвирлау һәм классификацияләү белән шөгыльләнә торган бүлеге — *систематика*, ә бу өлкәдәге белгечләр систематиклар дип атала.

Урта гасырларда латин теле традицион фәнни тел була. Шуңа күрә ботаниклар һәм зоологлар бу телне организмнарны атау өчен кулланганнар.

Теләсә нинди төр атамасында ыруг исеме була. Ыруг организмнарның аеруча якын төрләрен берләштерә, мәсәлән: Мәчеләр ыругы, Атлар ыругы, Имәннәр ыругы һ.б. Башта төр атамасы күп сүзләрдән торган. Бу сүзләр белән төргә характерлы билгеләр тасвирланган. Мәсәлән, Төньяк Америка имәне (кызыл) төрләренең берсе түбәндәгечә аталган: «тирән уемлы, очларында чәчсыман тешчекләре булган яфраклы имән», ә икенче төре (талсыман) — «читләрендә тешчекләре булмаган очлы яфраклы имән» (58 нче рәсем).

Соңрак, XVIII гасыр уртасыннан, төрләрнең хәзер дә кулланыла торган ике сүздән торган атамасы кулланылышка керә. Беренче сүзе, элеккечә, ыруг атамасын аңлата, мәсәлән, «эт», «имән» һәм икенче сүзе — төрнекен (төгәлрәге, төр эпитетын), мәсәлән, «Йорт эте», «Кызыл имән» һ.б.

Атамаларның мондый системасы инде 200 елга якын кулланылышта. Үзенең барлыкка килүе белән ул швед натуралисты Карл Линнейга (1707—1778) бурычлы. Җирдә

58 нче рәсем. Имәннең төрле төрләрендә яфрак төзелеше: кызыл имән (сулда) һәм талсыман яфраклы имән (уңда)

яшәүче яки яшәгән организмнарның барлык төрләренең каталогын төзегәндә, Линней аны барлык организмнар арасындагы аерымлыклар күренерлек итеп төзергә тырышкан. Линней эшенең нәтиҗәсе булып үсемлекләр һәм хайваннар дөньясы классификациясенең төзек системасы тора.

Систематик категорияләр. Төрләр ыругларга берләшкән кебек, ыруглар — семьялыкка, семьялыклар — отрядларга, отрядлар — классларга, класслар — типларга, типлар патшалыкларга берләшәләр. Һәр категория организмнарның торган саен күбрәк гомуми характеристикаларының охшашлыгын чагылдыра. Имезүчеләр классына, мәсәлән, сөт бизләре булган умырткалы хайваннар керә. Ерткычлар отрядына ит белән туклананучы җәнлекләр керә. Тышкы күренеше һәм яшәү рәвеше буенча бу отряд төрле семьялыкларга бүленә: этләр, аюлар, сусарсыманнар һәм башкаларга. Охшаш төркемнәр семьялык эчендә ыруглар барлыкка китерә, ә алар үзләре аерым төрләрдән торалар.

Югары категорияләр эзлекле рәвештә ваграк категорияләрне үз эченә алган системалар иерархик (грек. hierós — изге һәм arche — хакимлек), ягъни дәрәҗәләре билгеле бер кагыйдә буенча буйсына торган системалар дип аталалар. Күпчелек биологик классификацияләр иерархик булып торалар.

Классификация һәм эволюция. Хәзерге классификация *табигый*, ягъни ул организмнарның табигый ырудашлыгын чагылдыра. Табигый классификация, организмның системадагы урынына бәйле рәвештә, теге яки бу үзлекләрнең булуын алдан әйтергә мөмкинлек бирә. Имезүчеләр классының барлык вәкилләренең, мәсәлән, сөт бизләре, урта колак куышлыгында 3 әр ишетү сөякчекләре бар, веноз һәм артериаль кан юллары тулысынча аерылган һ.б. Ерткыч җәнлекләр отряды вәкилләренең барысының да казык тешләре яхшы үсеш алган, ә бармак очларында тырнаклары була. Этләр семьялыгының характерлы үзенчәлеге булып, бу җәнлекләрдә тырнакларның эчкә тартылып кермәве тора. Ясалма система бер яки берничә билгегә нигезләнә, ә табигый система, аңа капма-каршы, күп билгеләргә нигезләнә. Галимнәр фикеренчә, организмнар классификациясенең хәзерге вакытка эшләнгән системасы *эволюцион* булып тора, ягъни һәр таксономик категория — үсемлекләр булсынмы, хайваннармы яки микроорганизмнармы — уртак нәсел башы булган организмнар төркеменә туры килә.

Систематика. Төрләрнең икеле атамасы. Систематик категорияләр. Табигый классификация.

?

1. Организмнар классификациясенең максаты нинди?
2. Төрләрнең икеле атамасы нәрсә ул?
3. Систематик категорияләр дип нәрсәне атыйлар?
4. Ни өчен хәзерге классификация табигый дип атала?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Англия натуралисты Джон Рей беренчеләрдән булып организмның бирелгән төргә керүе турында фикер йөртергә мөмкинлек бирүче критерийларны, яки билгеләрне аныкларга тырышып караган. Рей фикеренчә, бер төрнең барлык затлары табигатьтә ирекле кушылырга һәм шул ук төрнең нәселен бирергә мөмкин.

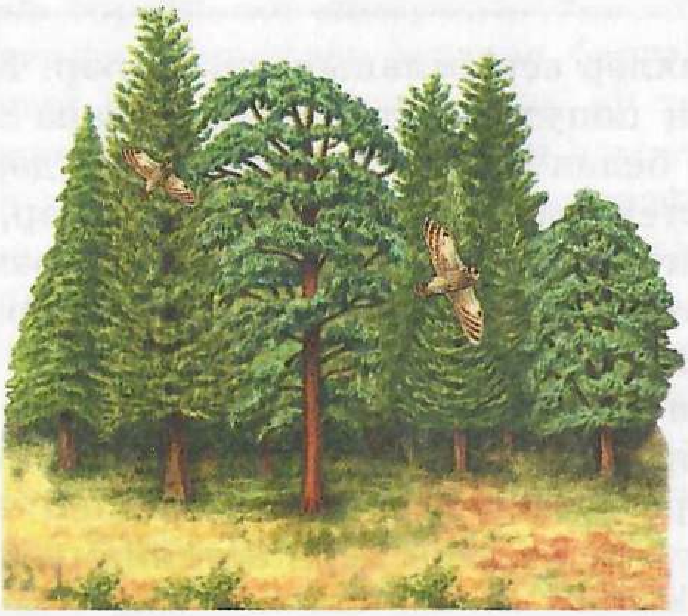
Фәнни систематиканы төзегән Карл Линней төрләрне башка тереклек формаларыннан төзелеш билгеләре буенча аерылып торган организмнарның бербөтен төркемнәре буларак билгеләгән. Төр критерийлары дип, бер төрне икенчеләреннән аерып торган характерлы билгеләрне һәм үзлекләрне атыйлар. Морфологик, физиологик, экологик, географик, генетик, тарихи һәм башка критерийлар була.

Табигатьтә төрләр популяцияләр булып таралган. Популяцияләр — организмнарның, вакытта һәм пространствода тотрыклылыгын саклап, үз-үзләрен яңартучы төркемнәре. Алар, тулаем алганда, затлар төркеменә генә хас булган үз үзлекләренә ия. Ишлелек, туучылар саны, үлүчеләр саны, яшь составы кебек төркем характеристикалары демографик күрсәткечләр дип аталалар.

Төрләр ыругларга берләшәләр, ыруглар — семьялыкларга, семьялыклар — отрядларга, отрядлар — классларга, класслар — типларга, типлар — патшалыкларга. Таксономик категорияләрнең һәрберсе организмнарның тагын да гомумирәк характеристикаларының охшашлыгын чагылдыра. Организмнар классификациясенең хәзерге вакытка эшләнгән системасы эволюцион булып тора, ягъни һәр таксономик категория организмнарның, уртак нәсел башы булган төркеменә туры килә.

5 нче бүлек

Экосистема дәрәҗәсе



Бу бүлектән сез

- *экосистеманың составы һәм төп үзлекләре;*
- *бергәлекләрдә энергия күчеше ничек баруы;*
- *биологик матдә барлыкка килү закончалыклары;*
- *табигый экосистемалар үзгәрешләренең юнәлешләре һәм темплары турында*

белерсез

5.1. Бергәлек, экосистема, биогеоценоз

1. **Бер үк территориядә тереклек итүче төрле организмнарны нәрсә берләштерә?**
2. **Ни өчен үсемлекләр яисә хайваннарның бер яки берничә төренә ясаган йогынты (урман кисү, ау) еш кына организмнар бергәлегенең калган барлык элементларының да яшәү шартлары бозылуга китерә?**

Популяцияләр аерымланып яшәмиләр. Киресенчә, башка төрләрнең популяцияләре белән үзара тәэсир итешкән хәлдә, алар белән тагын да югарырак дәрәҗәдә оешкан бербөтен системалар — биотик бергәлекләр, экосистемалар барлыкка китерәләр. Бу системалар (берәмлекләр) үз законнары буенча үсеш алалар. Ул законнарны безгә экология фәне өйрәтә.

Экосистемаларның элементлары (тере организмнар, алар яши торган терек булмаган тирәлек: туфрак, су, һава һ.б.) үзара туктаусыз тәэсир итешеп торалар. Экологияне өйрәнү үз алдына тере организмнарның тотрыклы яшәве һәм үсеше ничек саклануын, аларга тирәлекнең төрле факторларының үзгәрешләре нинди йогынты ясавын ачыклауны максат итеп куя.

Бергәлек (биоценоз) дип билгеле бер пространствода озак вакыт янәшә яшәгән һәм билгеле бер экологик берәмлек барлыкка китергән үсемлек һәм хайван төрләренең җыелмасын атыйлар.

Бергәлекләр очраклы гына оешкан берәмлекләр түгел. Моны географик урыны һәм табигый шартлары буенча охшаш районнарда охшаш бергәлекләр барлыкка килүе дәлилли. Уртача полоса күлләре, мәсәлән, фауна һәм флорасы бик охшаш булу белән үзенчәлекле. Балыклар дөньясының составында барыбызга да яхшы таныш төрләреннән чабак, алабуга, чуртан, шыртлака һ.б.ны җиңел күреп була. Игътибар белән карасаң, төрләр охшашлыгын гына түгел, ә бәлки алар арасындагы бәйләнешләр охшашлыгын да күрергә була. Бу бәйләнешләр гадәттән тыш күптөрле. Бергәлеккә кергән төрләр бер-берсен яшәү өчен кирәкле бар нәрсә: азык, ышыклану урыны, үрчү өчен шартлар белән

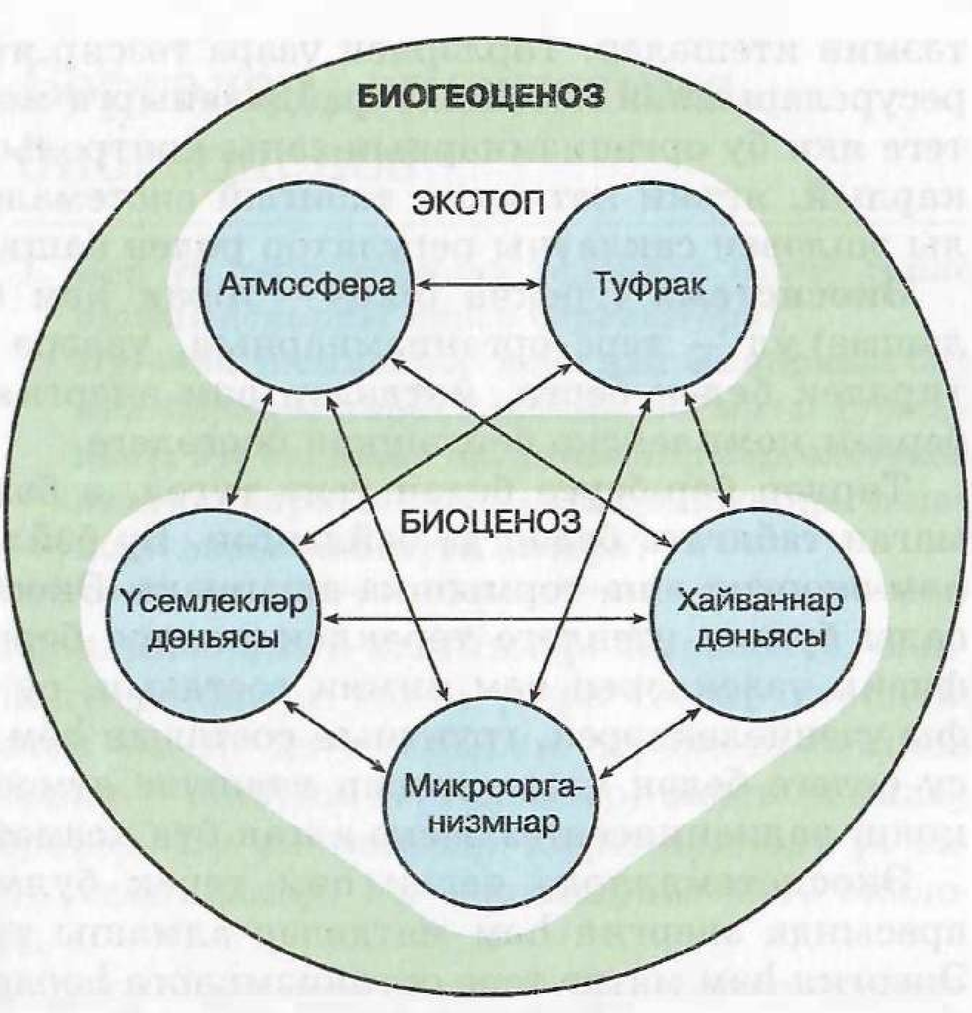
тәэмин итешәләр. Төрләрнең үзара тәэсир итешүе бергәлек ресурсларыннан нәтиҗәле файдаланырга мөмкинлек бирә, теге яки бу организмнарның саны контрольсез артуын тоткарлый, ягъни катлаулы табигый системаларның тотрыклы эшләвен саклаучы регулятор ролен башкара.

Экосистема (грекча oikos — торак һәм systema — берләшмә) ул — тере организмнарның, үзләре яшәгән физик тирәлек белән бергә, матдәләр һәм энергия алмашы аша бердәм комплекска берләшкән бергәлеге.

Төрләр бер-берсе белән генә түгел, ә бәлки терек булмаган табигать белән дә бәйләнгән. Бу бәйләнеш матдәләр һәм энергия аша тормышка ашырыла. Экосистеманың мисалы булып үзендәге тереклек ияләре бергәлеген, суның физик үзлекләрен һәм химик составын, су төбенең рельефы үзенчәлекләрен, грунтның составын һәм структурасын, су өслеге белән үзара тәэсир итешүче атмосфера һавасын, кояш радиациясен үз эченә алган буа хезмәт итә ала.

Экосистемаларда терек һәм терек булмаган табигать арасында энергия һәм матдәләр алмашы туктаусыз бара. Энергия һәм матдә тере организмнарга һәрдаим кирәк, һәм алар аны үзләрен чолгап алган терек булмаган табигатьтән ала. Тере организмнар аша гаять күп микъдарда матдә һәм энергия уза. Хәтта кыр тычканы кебек кечкенә генә кимерүче дә үз гомерендә уннарча килограмм ашлык ашап бетерергә сәләтле; үсемлекләрнең үсүе өчен бик күп су кирәк һ.б. Шунысы аермачык: әгәр тере организмнар үзләренә кирәкле туклыклы матдәләрне терек булмаган табигатьтән кире кайтарылмый торган итеп үзләштерсәләр, ягъни аны «түләмәсәләр», Җирдә туклыклы матдәләр запасы бетәр һәм тормыш тукталыр иде. Ләкин бу алай булып чыкмый, чөнки организмнарның үзләренең тереклек эшчәнлекләре нәтиҗәсендә, туклыклы матдәләр әйләнә-тирәлеккә һәрдаим кайтарылып тора. Әйләнә-тирәдән алар үзләштергән туклыклы матдәләр, акрынлап гадирәк кушылмаларга таркалып, төрле эверелешләр кичерәләр, аларның бер өлеше организмның үзен төзергә тотыла, ә калганы алмашу продуктлары рәвешендә тирәлеккә чыгарыла. Алар биредә үсемлекләр тарафыннан үзләштерелергә мөмкин. Шулай итеп, хәлиткеч рольне тере организмнар уйнаган хәлдә, тотрыклы төстә матдәләр алмашы барлыкка килә.

Коры җир экосистемаларын классификацияләгәндә (төркемнәргә аерганда), экосистемаларның нигезен тәшкил



59 нчы рәсем.
Биогеоценозлар схемасы

иткән үсемлекләр бергәлекләренең билгеләрен һәм климатик (зональ) үзенчәлекләрне файдаланалар. Әйтик, экосистемаларның билгеле бер типларын, мәсәлән лишайниклар тундрасын, мүкләр тундрасын, ылыслылар (чыршы, нарат) урманын, яфраклылар урманын (каенлык), яңгырлы (тропик) урманны, дала, куаклыклар (таллык), үләнле сазлык, сфагнумлы сазлыкны аерып күрсәтәләр.

Үсемлекләр бергәлекләре (һәм экосистемалары) арасында, гадәттә, кискен чикләр булмый һәм, табигый шартлар үзгәргәндә, алар бер-берсенә акрынлап күчә бара. Мәсәлән, безнең илнең төньягында урманнар һәм тундра чигендә күчү зонасы — урман-тундра бар. Биредә сирәк урманнар, куаклыклар, сфагнумлы сазлык, болыннар чиратлаша. Урман һәм дала чигендә урман-дала зонасы җәелеп ята. Бу зонаның дымлырак участокларын — урман, коры җирләрен дала алып тора. Участоктан участокка күчкәндә, үсемлекләр составы гына түгел, ә бәлки хайваннар дөньясы да, организмнар белән алар яши торган физик тирәлек арасында матдәләр-энергия алмашы үзенчәлекләре дә үзгәрә.

Экосистема — табигый комплекслар (мәсәлән, тундра, океан) белән ясалма комплексларның (мәсәлән, аквариум) икесенә карата да кулланыла торган киң төшенчә.

Элементар табигый экосистеманы аңлату өчен, экологлар еш кына «биогеоценоз» (грекча bios — яшәү, тереклек итү, geo — Җир, koinós —берләшеп, бергә) терминын кулланалар. Биогеоценоз — табигый ландшафтның состав өлеше. Биогеоценозның чиге, кагыйдә буларак, үсемлекләр бергәлегенең (фитоценоз) — биогеоценозның иң мөһим компонентының чиге буенча билгеләнә (59 нчы рәсем).

Барлык табигый экосистемалар (биогеоценозлар) үзара бәйләнгән һәм бергә Җирнең иң зур экосистемасы буларак карарга мөмкин булган тере тышчасын барлыкка китерә. Бу экосистема *биосфера* дип атала. Ул атмосфераның бер өлешен, литосфераның бер өлешен һәм бөтен гидросфераны үз эченә ала. Биосфера турында тулы мәгълүматны ватаныбызның атаклы галиме В. И. Вернадский (1863—1945) иҗат итә.

Биотик бергәлек, яки биоценоз.
Экосистема. Биогеоценоз. Биосфера.

---

1. Сез белгән нинди бергәлекләрнең һәм экосистемаларның чикләре азмы-күпме беленеп тора?
2. Урман массивында яшәүче кошларның барлык популяцияләрен дә бергәлек дип әйтеп буламы?
3. Терек булмаган табигатьнең нинди факторлары бергәлекнең үсемлекләр һәм хайваннар дөньясына йогынты ясый?

5.2. Бергәлекнең составы һәм структурасы

1. **Үсемлекләр бергәлегенең ярусльлыгы нәрсә ул?**
2. **Урман экосистемасында ярусләр буенча хайваннар ничек бүленгән?**

Төрләрнең күптөрлелеге. Бергәлекнең составы турында, барыннан да бигрәк, төрләрнең күптөрлелеге буенча фикер йөртәләр. Күптөрлелек дигәннән, бергәлекнең төрләргә байлыгы аңлашыла.

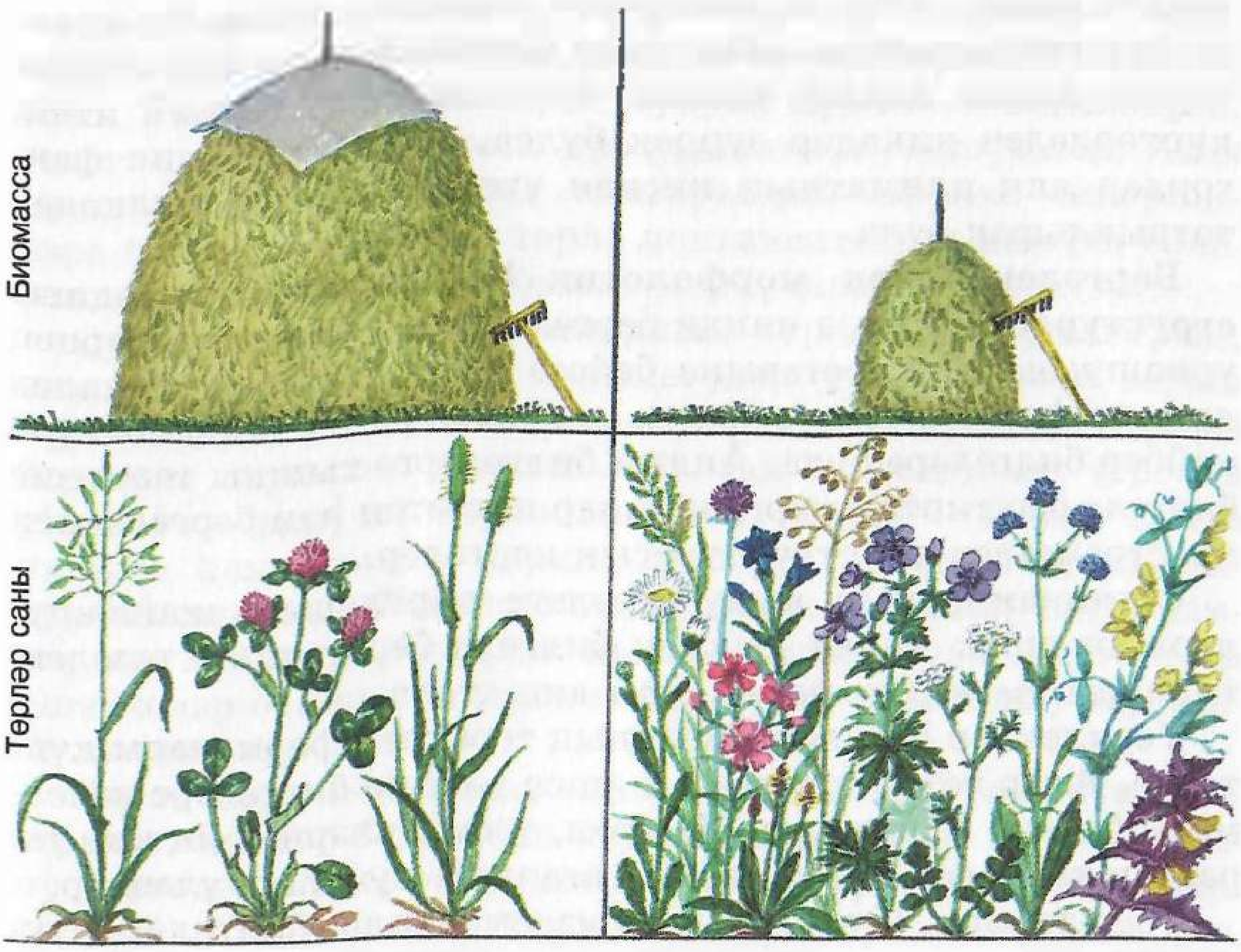
Бергәлектә төрләрнең саны күп факторларга, мәсәлән, аның географик урынына бәйле. Ул төньяктан көньякка таба барган саен сизелерлек арта. Тропик урманның бер гектар мәйданында кошларның йөзләрчә төрен очратып була, шул ук вакытта уртача пояс урманында шундый ук зурлыктагы мәйданда аларның саны дистәдән артмый. Ләкин һәр ике очракта затлар саны якынча бер үк диярлек. Утрауларда фауна, гадәттә, материклардагыга караганда ярлырак, өстәвенә утрау кечкенәрәк һәм материктан ераграк булган саен ярлылана төшә.

Тере организмнарның күптөрлелеге, климат факторлары белән бергәттән, тарихи факторларга да бәйле. Тотрыклы йомшак климатлы, явым-төшемнәр вакытында һәм мул булган, ә кыраулар һәм температураның сезонлы тирбәнешләре күзәтелмәгән районнар, кырыс климатлы зоналарга, әйтик, мәсәлән, тундра яки биек тау районнарына караганда төрләргә баерак.

Төр байлыгы бергәлекнең эволюцион үсеше алга барган саен арта. Бергәлек барлыкка килгән мизгелдән башлап вакыт никадәр күбрәк узса, аның төрләргә байлыгы шулкадәр зуррак була. Авыл хуҗалыгы бергәлекләре — иң кыска тарихлысы, алар ясалма рәвештә барлыкка китерелә һәм берничә ай гына яши. Ләкин әгәр аерым хуҗалык кыры ике-өч ел дәвамында чәчелми һәм эшкәртелми калса, ул башка төс ала: үләннәр төрләнә, бөҗәкләр, кошлар, кимерүчеләрнең яңа төрләре күренә башлый. Экосистеманың үсеше никадәр озаграк барса, аның төрләр составы шулкадәр баерак була. Шундый борынгы күлдә — Байкалда, мәсәлән, янъйөзәркыслачыкларның гына да 300 төре тереклек итә.

Теләсә нинди бергәлектә, кагыйдә буларак, затлар саны күп яки зур биомассалы булса, төрләр чагыштырмача аз, һәм сирәк очрый торган төрләр чагыштырмача күп була (60 нчы рәсем). Сан ягыннан ишле төрләр, аеруча *тирәлек барлыкка китерүче төрләр* дип йөртелгәннәре, бергәлек тормышында гаять зур роль уйныйлар. Урман экосистемаларында, мәсәлән, андыйларга агаччыл үсемлекләрдән өстенлек иткән төрләр керә; аларга үсемлекләрнең һәм хайваннарның — үләннәр, бөҗәкләр, кошлар, җәнлекләр, урман түшәлмәсендә яшәүче вак умырткасызларның башка төрләре исән калуы өчен кирәкле шартлар бәйле.

Шул ук вакытта сирәк төрләр еш кына бергәлекнең торышын билгеләүче иң яхшы күрсәткечләр булып кала-



60 нчы рәсем. Биоценозларда төрләр саны һәм аларның биомассасының нисбәте

лар. Бу, сирәк төрләрнең тереклек итүе өчен, төрле факторларның (мәсәлән, температура, дымлылык, туфракның составы, азык ресурсларының аерым төрләре һ.б.) төгәл билгеле бер җыелмасы таләп ителүе белән бәйләнгән. Кирәкле шартларның саклануы күпчелек экосистемаларның нормаль эшләп торуына бәйле, шуңа күрә сирәк төрләрнең юкка чыгуы экосистемаларның эшләү тәртибе бозылу турында нәтиҗә ясарга мөмкинлек бирә.

Төрләрнең күптөрлелеген бергәлек яки тулаем экосистема иминлегенең күрсәткече буларак карарга мөмкин. Аларның кимүе имин түгеллекне, тере организмнарның гомуми саны үзгәрүгә караганда, еш кына шактый иртәрәк белгертә. Моннан тыш, төр байлыгы бергәлекләрнең тотрыклылыгын да күрсәтә. Югары дәрәҗәдәге төрлелеккә ия бергәлекләрдә күп төрләр, пространствоның бер үк участокларын биләп, матдә-энергия алмашы системасында охшаш функцияләр башкарып, охшаш торышта булалар. Андый бергәлектә, мәсәлән, климат яки башка факторлар йогынтысында яшәү шартлары үзгәрү нинди дә булса бер

төрнең юкка чыгуына китерергә мөмкин, ләкин бу югалту үзләренең специальләшүләре буенча беткән төргә якын торган башка төрләр исәбенә тулыланачак. Шулай итеп, күптөрлелек никадәр зуррак булса, бергәлек физик факторлар яки климатның кискен үзгәрешләренә шулкадәр тотрыклырак була.

Бергәлекләрнең морфологик һәм пространстводагы структурасы. Теләсә нинди бергәлекнең, андагы төрләрнең урнашуына яки составына бәйсез рәвештә, аларга анализ ясауны һәм бер-берсе белән чагыштыруны җиңеләйтүче кайбер билгеләре була. Андый билгеләргә тышкы төзелеше билгеле бер типтагы организмнар нисбәтен һәм бергәлекнең пространстводагы структурасын кертәләр.

Организмнарның яшәү тирәлеге шартларына җайлашулары буларак килеп чыккан билгеле бер тышкы төзелеш типлары *тереклек формалары* дип атала.

Үсемлекләр һәм хайваннарның тереклек формалары күптөрле. Алар төзелешләре һәм яшәү рәвеше билгеләре җыелмасы буенча аерылалар. Мәсәлән, үсемлекләрнең иң киң таралган тереклек формалары — агачлар, куаклар, үләннәр.

Үсемлекләр бергәлегенең үзенчәлекле билгеләре турында, мәсәлән, андагы тереклек формаларының нисбәтенә карап фикер йөртергә мөмкин. Чөнки тереклек формаларының саны, кагыйдә буларак, бергәлекне барлыкка китергән төрләр саныннан шактый кимрәк, ә инде теге яки бу формаларның өстенлек итүе организмнар тереклегенең гомуми шартларын күрсәтә. Коры климат шартларында калын яфраклы яки сабаклы суккулентлар өстенлек итә, яктылык җитәрлек булмаган тропик урманда — лианалар, түбән температуралы, корылыклы, көчле җилле биек тауларда җиргә ятып үсә торган һәм мендәр-үсемлекләр үсә. Яфраклы һәм ылыслы урманнарның төр составы төрле, ә тереклек формаларының нисбәте буенча бу бергәлекләр бер-берсенә якын тора.

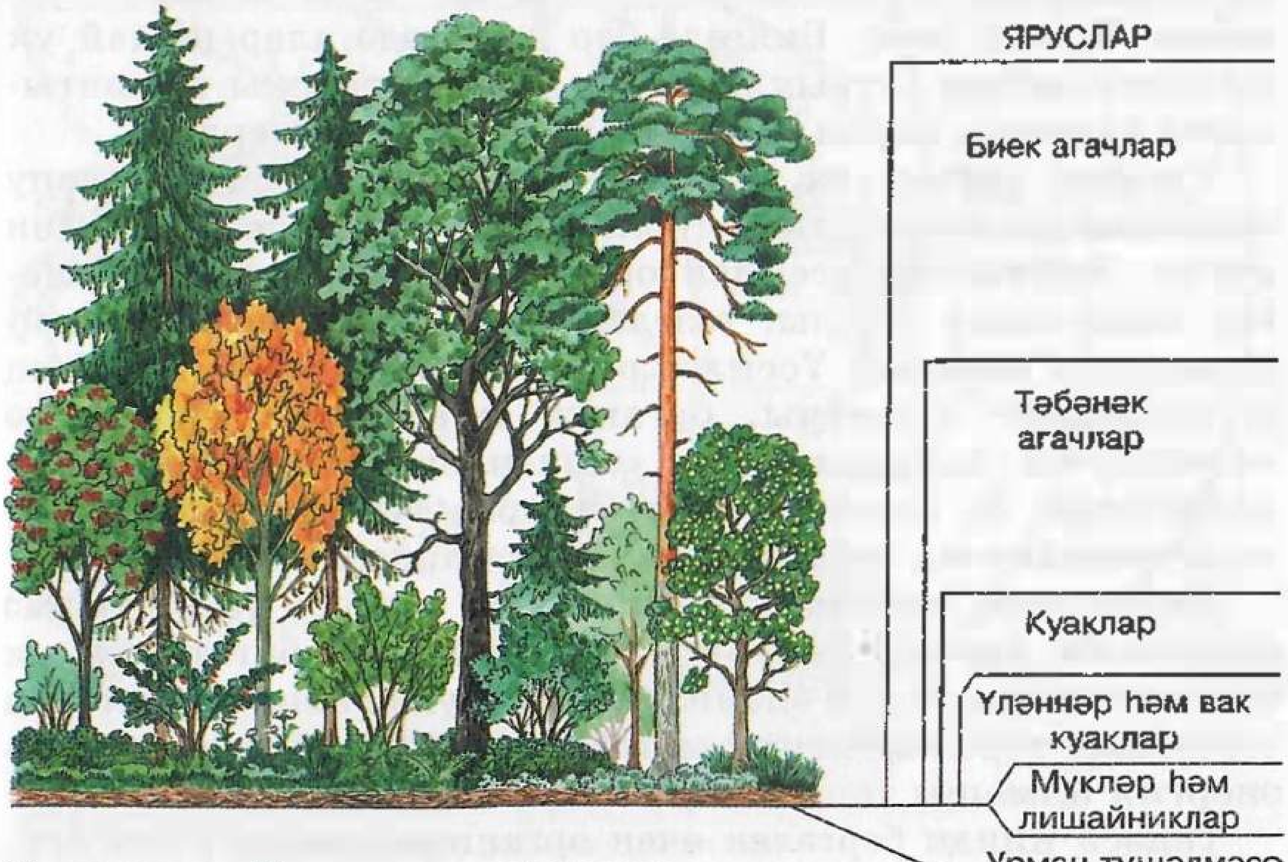
Тереклек формаларының җыелмасы, аларның нисбәте бергәлекнең *морфологик* (грекча morphé — форма) *структурасын* билгели, шуның буенча аның теге яки бу типка керүе турында фикер йөртәләр, мәсәлән, урман, болын, куаклык.

Хайваннарның тереклек формаларын төрле систематик төркемнәр өчен төрле билгеләре буенча аералар. Җәнлекләрнең тереклек формаларын аеру өчен төп билгеләреннән берсе булып хәрәкәтләнү ысулы (йөрү, йөгерү, сикерү, йөзү, шуышу, очу) исәпләнә. Коры җирдә сикереп хәрәкәтләнүче-

ләрнең тышкы төзелешендәге үзенчәлекле билгеләрне, мәсәлән, бот мускуллары көчле үсеш алган озын арткы очлыклар, озын койрык, кыска муен булуы күрсәтә. Андыйларга, гадәттә, яланнарда (ачык пространствода) яшәүчеләр: Азия кушаяклары, Австралия кенгерәләре, Африка сикергәкләре (прыгунчики) һәм төрле континентларда яшәүче сикереп хәрәкәтләнә торган башка имезүчеләрне кертәләр.

Суда яшәүче организмнарның тереклек формаларын, аларның тереклек итү тирәлегенең тибы буенча аерып күрсәтәләр. Су катламнарында тереклек итүчеләрне үзенә бертөрле тереклек формасы булган *планктонга* (грекча plankt̄os — гизүче) берләштерәләр. Болар — йөзмә хәлдә яшәүче һәм агымга каршы торырга сәләтсез организмнар җыелмасы. Планктонда үсемлек (суүсем) организмнар да, хайваннар да (вак кыслачыклар) була. Су төбендә яшәүчеләр *бентосны* (грекча b̄enthos — тирәнлек) барлыкка китерәләр.

Төрле тереклек формалары билгеле бер рәвештә пространствода бер-берсеннән аерымланган була. Бу аерымлану бергәлекнең *пространстводагы структурасын* характерлый. Теләсә нинди үсемлекләр бергәлеге, мәсәлән, ярусларга — билгеле бер тереклек формасын тәшкил иткән үсемлекләрнең җир өсте һәм җир асты өлешләре горизонталь



61 нче рәсем. Урмандагы яруслылык

катлауларга бүленә. Ярусльлык аеруча урман фитоценозларында ачык күренә, анда, гадәттә, 5—6 ярус исәпләнә (61 нче рәсем). Ләкин болын яки дала бергәлекләрендә дә кимендә ике-өч ярусны күреп була.

Бергәлектә үсемлекләргә «тагылган» хайваннар, шулай ук яруслап бүленеп урнаша. Мәсәлән, туфракта яшәүче хайваннар микрофаунасы аеруча урман түшәлмәсендә күп. Кошларның төрле төрләре төрле ярусларда — җирдә (чәперчек), куаклыкларда (шәфәкъ чыпчыгы, сандугач), агач ябалдашларында (кара каргалар, саесканнар) оя коралар һәм тукланалар.

Горизонталь буенча бергәлек шулай ук аерым элементларга — урнашулары яшәү шартларының бертөрле генә булмавын чагылдырган микротөркемнәргә бүленә. Бу аеруча коры җир (туфрак өсте) капламының структурасында — төрле микротөркемнәр (мәсәлән, үлән түмгәкләре, урман аланнары «тәрәзәләрендәге» яктылык яратучан үләннәр, агачлар ышыгындагы күләгәгә чыдам үләннәр, мүк яки грунт таплары) «мозаикалары» булуында яхшы күренә.

Бергәлекнең морфологик һәм пространстводагы структурасы организмнарның яшәү шартлары күптөрлелеген, тиролек ресурслары байлыгын һәм анда яшәүчеләрнең бу байлыктан файдалану тулылыгын чагылдырган күрсәткеч булып тора. Билгеле бер дәрәҗәдә алар шулай ук бергәлекләрнең тотрыклылыгын, ягъни тышкы йогынтыларга аларның каршы тора алу сәләтен характерлый.

Трофик структура. Бергәлекнең бербөтенлеге саклану организмнар арасындагы төрле бәйләнешләр белән тәэмин ителә. Хайваннар үсемлек организмнарын азык чыганагы, ышыклану урыны, төзелеш материалы буларак файдаланырга мөмкин. Үсемлекләр үз чиратларында аларның орлыкларын таратучы, органик матдәләрне эшкәртүдә катнашучы хайваннарның «эшчәнлек җимешләре»ннән файдалана. Бу эшкәртү продуктлары, туфракка кире кайтып, үсемлекләр тарафыннан кабат файдаланыла.

Бергәлектә организмнарның төрле төрләре үзара тыгыз бәйләнгән, бер-берсенә бәйле булып чыга. Табигатьтә азык бәйләнешләре иң зур әһәмияткә ия, шулар аша табигатьнең терек һәм терек булмаган матдәсе арасында өзлексез матдә-энергия алмашы тормышка ашырыла.

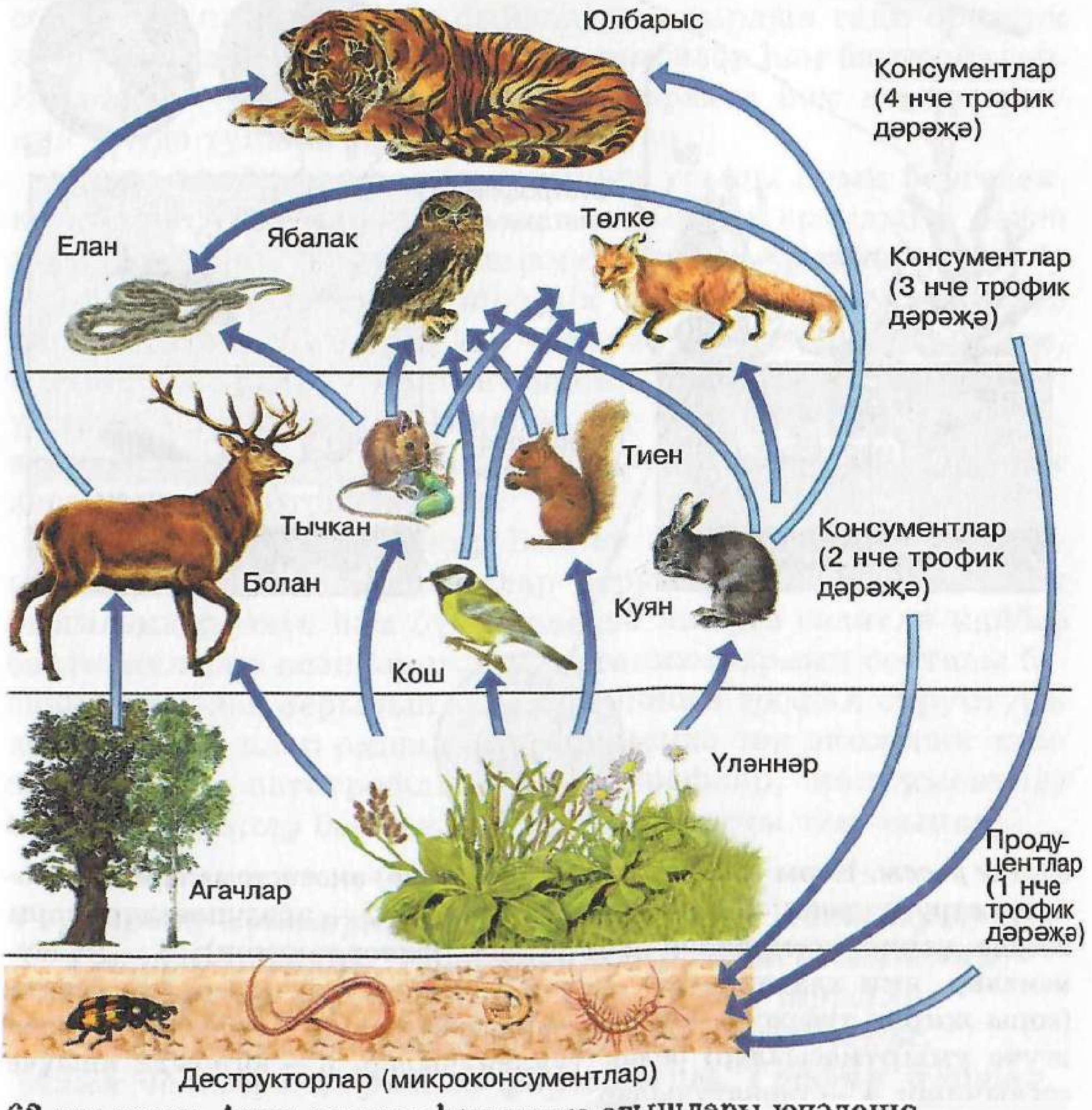
Теләсә нинди бергәлек өчен организмнарның үзара барлык азык бәйләнешләре схемасын төзергә мөмкин. Бу схе-

ма челтәр рәвешендә була. *Азык челтәре* (аның үрелмәләре бик катлаулы була), гадәттә, берничә *азык чылбырыннан* төзелә, аларның һәрберсе үзе буйлап матдә һәм энергияне күчерүче аерым канал булып тора (62 нче рәсем).

Азык чылбырының гади мисалы түбәндәге эзлеклелектән гыйбарәт: ***үсемлек — үсемлекләр белән тукланучы бөҗәк — ерткыч бөҗәк — бөҗәкләр белән тукланучы кош — ерткыч кош.***

Бу чылбырда организмнарның бер төркеменнән икенчесенә берьяклы юнәлгән матдә һәм энергия агымы тормышка ашырыла. 62 нче рәсемдә уклар белән азык челтәрендә матдәләр агышы күрсәтелгән.

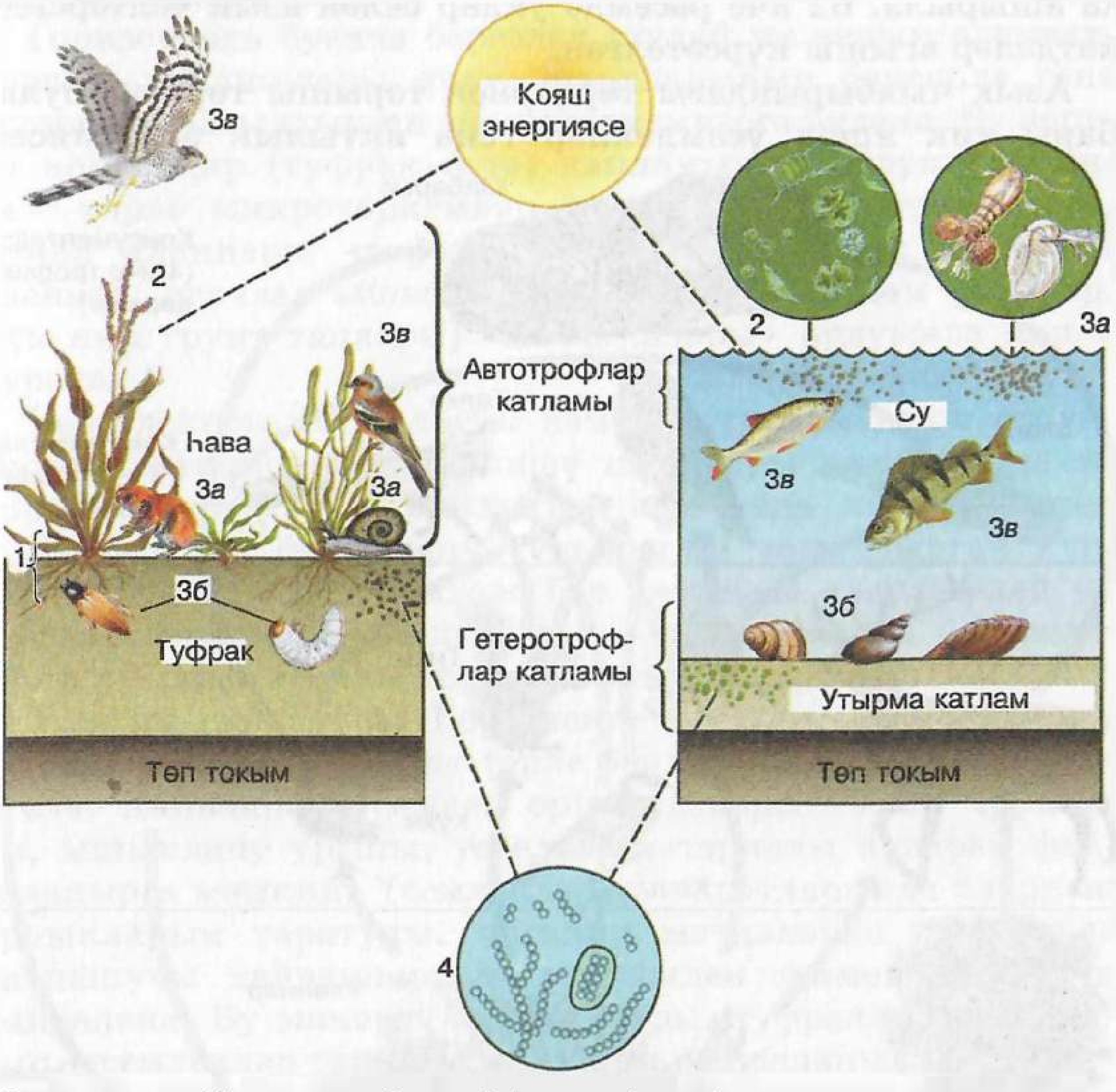
Азык чылбырындагы төрләрнең торышы төрлечә була. Бары тик яшел үсемлекләр генә яктылык энергиясен



62 нче рәсем. Азык челтәре һәм матдә агышлары юнәлеше

үзләренә алырга һәм туклануда гади неорганик матдәләрне файдаланырга сәләтле. Андый организмнарны мөстәкыйль төркемгә аералар һәм аларны *автотрофлар* (грекча autos — үзем һәм trophe — туклану), яки *продуцентлар* — биологик матдә ясаучылар дип атыйлар.

Алар теләсә нинди бергәлекнең иң әһәмиятле өлешен тәшкил итәләр, чөнки калган барлык организмнар үсемлекләр тарафыннан тупланган матдә һәм энергия белән тәэмин ителүгә туры яки туры булмаган рәвештә бәйле. Коры җирдә автотрофлар,— гадәттә, тамырлы эре үсемлекләр, ә сулык-



63 нче рәсем. Коры җир (сулда) һәм су (уңда) экосистемаларының гомуми структурасы: 1 — абиотик факторлар; 2 — продуцентлар (коры җирдә үсүче үсемлекләр һәм судагы фитопланктон); 3 — консументлар, яки хайваннар: *а* — үлән белән тукланучылар, *б* — детрит (коры җирдә туфракта яшәүче умырткасызлар, су төбендә тереклек итүче умырткасызлар) белән тукланучылар, *в* — югарыда яшәүче ерткычлар; 4 — таркатучылар

ларда исә бу рольне су катламнарында тереклек итүче микроскопик суүсемнәр (фитопланктон) үз өстенә ала.

Калган барлык организмнар әзер органик матдәләр белән тукланучы *гетеротрофларга* (грекча heteros — төрле) керәләр. Гетеротрофлар беренчел продуцентлар барлыкка китергән органик матдәләрне таркаталар, үзгәртәләр һәм үзләштерәләр. Барлык хайваннар — гетеротрофлар, күп кенә микроорганизмнар да шулар исәбенә керәләр. Үз чиратында гетеротроф организмнар кулланучыларга (консументларга) һәм таркатучыларга (редуцентларга) аерыла. *Кулланучылар* — болар, нигездә, башка организмнар (үсемлекләр яки хайваннар) белән яки вакланган органик матдәләр белән тукланучы хайваннар. *Редуцентлар* — башлыча үле цитоплазманың катлаулы төп компонентларын, соңыннан продуцентлар файдалана алырлык гади органик кушылмаларга кадәр таркатучы гөмбәләр һәм бактерияләр. Интенсив гетеротроф эшчәнлек туфракта һәм ләмдә органик матдә тупланган урыннарда була.

Азык чылбырында организмның урыны аның бергәлеккә килүче энергиянең төп чыганагыннан ераклыгы белән характерлана. Төрле организмнар төрле урында тора: бу очракларда алар төрле *трофик дәрәҗәләрдә* урнашалар дип әйтәләр. Автотрофлар — беренче трофик дәрәҗәне, ә гетеротрофлар — калган башка трофик дәрәҗәләрне: үсемлек организмнар — икенче, ит белән тукланучылар — өченче, алар белән тукланучы ерткыч хайваннар дүртенче дәрәҗәне алып торалар h.б.

63 нче рәсем коры җир һәм су экосистемаларына кергән ике типтагы бергәлекләр структурасын күрсәтә. Бу бергәлекләр, теге һәм бу тирәлектә яшәргә сәләтле кайбер бактерияләрне исәпләмәгәндә, организмнарның составы буенча тамырдан аерылып торалар. Ләкин трофик структуралары буенча алар охшаш: һәр икесендә төп экологик компонентлар — автотрофлар, гетеротрофлар, консументлар һәм редуцентлар бар (аңлатулар рәсем асты текстында).

Төрләрнең күптөрлелеге. Төр составы. Автотрофлар. Гетеротрофлар. Продуцентлар. Консументлар. Редуцентлар. Яруслылык. Сирәк төрләр. Тирәлек ясаучы төрләр. Азык чылбыры. Азык челтәре. Тереклек формалары. Трофик дәрәҗә.

1. **Бергәлекнең төрләргә байлыгын нинди факторлар арттыра?**
2. **Сирәк төрләр нинди әһәмияткә ия?**
3. **Бергәлекнең нинди үзлекләре төрләр күптөрлелеген характерлый?**
4. **Азык чылбыры һәм азык челтәре нәрсә ул? Аларның әһәмияте нәрсәдә?**

5.3. Экосистемада матдә һәм энергия агышлары

1. **Урман (күл, дала) бергәлекләрендәге төрле азык чылбырына мисаллар китерегез.**
2. **Бер трофик дәрәҗәдән икенчесенә күчкәндә нинди процесслар бара?**

Яшел үсемлекләр барлыкка китергән биологик матдә һәм анда тупланган энергия — бергәлектә тереклек итүче барлык төрләр өчен яшәү чыганагы. Туклану чылбырлары буйлап күчкәндә, матдә дә, энергия дә күп кенә әверелешләргә дучар ителә. Матдәнең бер өлеше, үсемлекләр белән тукланучы организмнарның тәнен төзү өчен, материал буларак файдаланылырга мөмкин. Бу организмнар үз чиратында ерткычларга шундый ук «төзелеш материалы» бирә. Организмнар үлүе аркасында, алардагы барлык биологик матдә ахыр чиктә микроорганизмнарга, ягъни катлаулы органик кушылмаларны үсемлекләр кабат файдалана алырлык гади матдәләргә әверелдерүдә катнашучы организмнарга эләгә.

Аерым химик элементлар, барыннан да бигрәк, үсемлек һәм хайван күзәнәкләренең цитоплазмасы өчен төп төзелеш материалы булып торган элементлар әйләнешен исәпкә алып, экосистемада күчеп йөрүче матдәне төгәл үлчәргә мөмкин. Бу мәсьәлә биосфера турындагы бүлектә тулырак тикшереләчәк.

Экосистемада өзлексез күчеп йөрүче һәм һәрвакыт кабат әйләнешкә керүче матдәләрдән аермалы буларак, энергия фәкать бер генә тапкыр файдаланыла ала. Кояш — Җирдәге

барлык энергиянең бердәнбер чыганагы. Ләкин кояш нурланышының бөтен энергиясен организмнар тулысынча үзләштерә һәм файдалана алмый. Яшел үсемлекләргә (ягъни продуцентларга) төшкән гадәттәге яктылык агымының фәкать яртысына якыны гына фотосинтетик элементлар тарафыннан йотыла, һәм йотылган энергиянең бик аз өлеше генә (1 дән 5 % ка кадәр) биохимик энергия — үсемлек тукымаларында бикләнгән энергия рәвешендә туплана. Кояш энергиясенең күп өлеше җылылык рәвешендә югала.

Энергия азык чылбыры буенча бер дәрәҗәдән икенчесенә күчкәндә, аның агышының тизлеге (ягъни вакыт берәмлегендә бер трофик дәрәҗәдән икенчесенә күчкән энергия микъдары) төрле сәбәпләр аркасында кискен кими. Азыкта тупланган энергиянең бер өлеше, гомумән, үзләштерелми һәм ул организмнан экскрементлар белән чыгарыла, икенче өлеше азыкның биохимик трансформациясе процессында юкка чыга. Моннан тыш, әлеге трофик дәрәҗәнең барлык организмнарын һич тә потенциаль ерткычлар ашап бетерми һәм, димәк, аларның тән тукымаларында тупланган энергия тулысынча икенче трофик дәрәҗәгә күчми. Ниһаять, азык белән кергән энергия хайван хәрәкәтләнгәндә, корбанын эзәрлекләгәндә, оя корганда яки башка эшләре өчен тотыла, шулар нәтиҗәсендә җылылык аерылып чыга.

Бер трофик дәрәҗәдән (туклану дәрәҗәсеннән) икенчесенә (тагын да югарырагына) күчкәндә, энергия югалулары бу дәрәҗәләрнең саны һәм ерткычлар белән корбаннарның сан ягыннан нисбәтен билгели. Исәпләүләрдән күренгәнчә, теләсә нинди трофик дәрәҗәгә аның алдындагы дәрәҗә энергиясенең 10 % ы гына керә. Шуңа күрә трофик дәрәҗәләрнең саны өчтән-дүрттән артмый диярлек.

Сан һәм биомасса пирамидалары. Төрле дәрәҗәләрдә терек матдәнең нисбәте, кергән энергия нисбәтендәгечә, шул ук кагыйдәгә буйсына: дәрәҗә никадәр югарырак булса, аны төзегән организмнарның гомуми биомассасы һәм саны шулкадәр түбәнрәк була. Графикта моны пирамида рәвешендә сурәтләргә мөмкин (64 нче рәсем). Андый пирамидаларны *сан* һәм *биомасса пирамидалары* дип атыйлар.

Төрле төркем организмнарының сан ягыннан нисбәте бергәлекнең тотрыклылыгы турында күзалларга мөмкинлек бирә, чөнки кайбер популяцияләрнең биомассасы һәм саны бер үк вакытта шушы төр организмнары һәм башка төрләр

64 нче рәсем. Сан пирамидасы

өчен яшәү пространствосының зурлык күрсәткече дә булып тора. Мәсәлән, урмандагы агачлар саны аларда тупланган биомасса һәм энергиянең гомуми запасын гына түгел, ә бәлки микроклиматны, шулай ук күп бөҗәкләр һәм кошлар өчен яшеренү урыннарының санын да билгели.

Сан пирамидасы һәрбер трофик дәрәҗәдәге организмнарның тыгызлыгын гына чагылдыра, ул организмнарның үзеннән-үзе яңару тизлеген күрсәтми. Әгәр корбан популяциясенең үрчү тизлеге югары икән, хәтта аның биомассасы түбән булганда да, андый популяция югары биомасса тәшкил итүче, ләкин үрчү тизлеге түбән булган ерткычлар өчен җитәрлек азык чыганагы булырга мөмкин.

Шул сәбәптән сан пирамидалары әйләндерелгән булырга мөмкин, ягъни бирелгән конкрет вакыт мизгелендә түбән трофик дәрәҗәдәге организмнар тыгызлыгы югары дәрәҗәдәге организмнар тыгызлыгына караганда түбәнрәк булырга мөмкин.

Мәсәлән, бер агачта күпләгән бөҗәкләр яшәргә һәм тукланырга мөмкин (әйләндерелгән сан пирамидасы). Биомассаның әйләндерелгән пирамидасы су экосистемаларына хас. Аларда беренчел продуцентлар (фитопланктон суүсемнәре) бик тиз бүленәләр, ә аларны кулланучылар (зоопланктон кысласыманнары) шактый эрерәк, ләкин үрчү циклы озын.

Сан һәм биомасса пирамидасы.

1. Бергәлектә автотроф организмнар нинди роль уйный? Гетеротроф организмнар ниндине?
2. Азык чылбыры буенча энергия агышының тизлеге нинди кагыйдәгә буйсына?
3. Әйләндерелгән сан пирамидасы нәрсә ул?
4. Катнаш трофик дәрәҗәләрдә һәм бердәм азык чылбырында торган хайваннар һәм үсемлекләр төрләрен әйтегез.

5.4. Бергәлекнең продуктлылыгы

1. **Авыл хуҗалыгы участогының уңдырышлылыгы нәрсәгә бәйле һәм ул ничек үлчәнә?**
2. **Җир шарының төрле географик зоналарында уңдырышлылык ничек үзгәрә?**

Продуктлылык. Продукция. Бергәлекләрнең яңа биомасса булдыруга (продукция ясауга) сәләте аларның мөһим функциональ күрсәткече булып тора. Бу үзлек *продуктлылык* төшенчәсе нигезендә ята, һәм ул үзенең мәгънәсе белән кеше ихтыяҗларына (әйтик, мәсәлән, балыкчылык, урманчылык) хезмәт итүче авыл хуҗалыгына яки башка экосистемаларга карата кулланыла торган *уңдырышлылык* төшенчәсенә охшаш.

Бергәлекнең биомассасы артуын аны төзегән элементлар (автотроф һәм гетеротроф компонентлары, аерым трофик дәрәҗәләре, нинди дә булса төрләрнең популяцияләре) биомассасының суммар артымы белән күрсәтәләр. Биомасса ясалу тизлеген экологиядә махсус күрсәткеч — *продукция* белән билгелиләр. Популяциядә продукция ул — вакыт берәмлегендә аның биомассасы артуының гомуми (суммар) зурлыгы. Трофик дәрәҗә продукциясе — бу дәрәҗәне алып торган барлык популяцияләрнең суммар продукциясе.

Асылда, продукция ясалу, ягъни яңа биологик матдә синтезы, организмнар үсүе һәм яңа затлар тууы исәбенә бара. Һәр ике процесс та билгеле бер энергия һәм матдә тотылуын таләп итә.

Автотрофлар бу ресурсларны кояш нурланышының ирекле энергиясен һәм минераль матдәләр запасын файдаланып ала.

Гетеротрофларның ресурсы булып үзләреннән алда торган трофик дәрәҗәләр организмнары тора.

Продукт ясалу — өзлексез процесс. Теге яки бу вакыт арасында биомассаның гомуми артымы, яки *гомуми продукция*, исәннәр массасы артымыннан гына түгел, ә бәлки әлеге вакыт эчендә үлгән затлар массасы артымыннан да тора, чөнки алар шулай ук үскән һәм шул рәвешле бергәлек продукциясе формалашуында катнашкан була.

Биомассаның фактик арту тизлеге, яки *чиста продукция*, организмнар азык белән алган гомуми энергиядән һәрвакыт кимрәк, чөнки аның берникадәр өлеше организмнар үлгәндә югала яки алар башкарган эшкә тотыла. Экологиядә бу чыгымнарны *сулыш* дип атыйлар.

Тотрыклы халәтен саклаган бергәлектә бу трофик дәрәҗәнең фактик продукциясе икенче дәрәҗәдәге организмнарның азыкка ихтыяҗларын капларга тиеш; шулай булмаганда, бу трофик дәрәҗәнең биологик матдәсе ашалып бетү аркасында, аның гомуми запасы өзлексез кимеячәк.

Энергия кебек үк, продукция дә түбән трофик дәрәҗәләрдән югарыларына күчкәндә кискен кими.

Продукция еш кына энергетик эквивалентларда (мәсәлән, бер тәүлек эчендә 1 $м^2$ га джоульләрдә яки калорияләрдә) яки коры (сусыз) органик матдә микъдарында (мәсәлән, бер ел эчендә 1 га га килограммнарда) күрсәтелә.

Беренчел продукция ул — беренчел продуцентлар (үсемлекләр) тарафыннан органик матдәләр ясалу тизлеге. Органик матдәнең микъдары аның бу матдәдәге массасы һәм энергиясе белән бәяләнә. Тере организмнарның гомуми массасы биомасса дип атала. Шуңа ярашлы рәвештә, беренчел продукцияне вакыт берәмлегендә барлыкка килгән биомасса зурлыгы белән бәялиләр. Чиста беренчел продукция (ягъни үсемлекләр биомассасының фактик артуы) фотосинтез процессында тупланган энергиядән һәрвакыт кимрәк була. Нәкъ менә үсемлекләрнең беренчел продукциясен гетеротрофлар — бактерияләр, гөмбәләр, хайваннар куллана.

Икенчел продукция дип гетеротрофларның биомасса барлыкка китерү тизлеген атыйлар.

Экосистемаларның продуктлылыгы һәм уңдырышлылыгы. Продуктлылыкны өйрәнү — экологик тикшеренүләрнең гаять әһәмиятле юнәлеше. 10 ел дәвамында (1964 елдан алып 1974 елга кадәр) бөтен дөньяда эко-

системаларның продуктлылыгы һәм аңа йогынты ясаучы факторлар турында килешенеп эшләнгән мәгълүматлар җыю үткәрелде. Ул Халыкара биологик программа кысаларында үтте, бу программаның үтәлүе кешелекнең үз тормыш дәрәҗәсен яхшыртуның мөмкин булган ысулларын аңлавында мөһим роль уйнады. Ул коры җир, төче һәм тозлы суларның продуктлылыгы турында төгәлрәк мәгълүматлар алырга мөмкинлек бирде. Бу мәгълүматлар халык саны тиз үсү аркасында таләп ителде һәм табигый ресурслар белән идарә итүнең рациональ системасын булдыру өчен кирәк булды.

Җирдәге үсемлекләр дөньясының гомуми еллык продукциясе якынча 180—200 млрд т дип бәяләнә, аның төп өлеше тропик зонага туры килә. Океан фитомассасының еллык продукциясе 50—100 млрд т тәшкил итә.

Шул рәвешле, океан Җир шары өслегенең 2/3 дән артыграк өлешен биләп торса да, биосфера биргән барлык продукциянең 1/3 е генә аңа туры килә.

Океанда биомассаның төп продуценты булып бер күзәнәкле үсемлек организмнар санала. Алар бик тиз үрчүләре белән аерылып тора, шуңа күрә еллык продукцияләре аларның фитомассасы запасыннан уннарча һәм йөзләрчә тапкыр артыграк. Барлык беренчел продукция туклану чылбырына тиз керә, шуңа күрә фитомассаның туплануы сизелми. Шул ук вакытта океанда зоомассаның туплануы бара. Шулай итеп, коры җир белән чагыштырганда биредә биомассалар пирамидасы әйләндерелгән рәвештә була.

Продуктлылык.
Чиста, беренчел һәм икенчел продукция. Сулыш.

?

1. Әгәр бер трофик дәрәҗә продукциясе алдагы дәрәҗә организмнарының азыкка булган ихтыяҗыннан артык булса, бергәлек тотрыклы булырмы? Бу очракларда нинди процесслар күзәтелергә мөмкин?
2. Әгәр ерткычлар бер ел эчендә ашаган хайваннарның биомассасы аларның гомуми еллык продукциясенә тигез булса, популяциянең зурлыгы үзгәрешсез килеш сакланырмы?

5.5. Экосистеманың үзүсеше

1. Өске (үрге) сазлык ясалу хайваннар һәм үсемлекләр дөньясының составына нинди үзгәрешләр кертә?

2. Бу процессның ташланган авыл хуҗалыгы кырларын чүп басу процессы белән охшашлыгы нәрсәдә?

Экологик сукцессия. Әгәр кайчандыр киселгән урман урыны алга таба эшкәртелмәсә, элек бу территорияне биләп торган урман яңадан үсеп чыгачак. Ләкин бу урында башта күп кенә бергәлекләр барлыкка килә һәм, бер-берсен алмаштыра барып, урманга юл ача. Бер-берсен алмаштыра барган бу бергәлекләрне күп организмнарның өлгереп җиткәнчегә кадәр узган үсеш стадияләренә тиңләргә мөмкин.

Билгеле бер территориядә бертөрле бергәлекләрнең икенчеләре белән эзлекле рәвештә алмашына баруы *экологик сукцессия* дип йөртелә (туры мәгънәсе — күчә бару дигән сүз), һәм ул закончалы процесс булып тора. Сукцессия белән бергәлек үзе идарә итә һәм бу процесс аның урынына һәм андагы организмнарның нинди төрдән булуына бәйле түгел.

Экологик сукцессиянең табигатен аңлау өчен, без шундый бергәлекне күз алдына китерик: анда автотрофлар биомассасының гомуми артымы вакыт берәмлегендә энергетик яктан бу бергәлектәге барлык тере организмнарның яшәве өчен кирәкле энергия микъдарына төгәл туры килә. Андый системада организмнарның биомассасы даими булып кала, ә система үзе — үзгәрешсез, яки *тигезләнеш* хәлендә тора. Биомассаның бөтен артымы организмнарның тереклек эшчәнлегенә тотыла.

Тигезләнешнең төрле типларын күз алдына китерергә мөмкин.

Аларның беренчесе *йомык бергәлеккә* хас: бирегә бернинди өстәмә биомасса керми, ә бергәлекнең үз продукциясе (биомассаның суммар артымы) тулысынча үзенең тереклегенә тотыла. Бирегә тигезләнеш югарыда китерелгән очрак белән охшаш.

Икенче тип тигезләнеш кайбер агым су экосистемаларына хас. Биредә органик матдә үз автотрофлары эшчәнлеге нәтиҗәсендә генә ясалып калмый, ә читтән дә агып керә. Монда тигезләнеш бергәлекнең тереклеге өчен тотылган чыгымнар үз автотрофлары биомассасының артымына һәм аңа өстәлгән читтән кергән органик матдә биомассасына тигез булуны аңлата.

Авыл хуҗалыгы экосистемаларында (өченче тип тигезләнеш), киресенчә, уңышның бер өлеше даими җыеп алына. Шуңа күрә андый экосистемаларда организмнарның гомуми энергия чыгымнары уңышны җыеп алганнан соң, системада калган автотрофлар биомассасы артымының зурлыгына тигез булган очракта гына тигезләнешкә ирешелә.

Әгәр бергәлекнең тереклек итүенә тотылган гомуми энергия микъдары продуцентлар биомассасының артымыннан кимрәк булса, экосистемада органик матдәнең — туплануы, ә артыграк булса, аның кимүе күзәтелә.

Һәр ике очрак та бергәлекнең үзгәрүенә китерәчәк. Ресурс тиешеннән артып киткәндә, һәрвакыт аны үзләштерә алучы төрләр табыла. Ресурс җитешмәгәндә, төрләрнең бер өлеше үлә. Андый үзгәрешләр нәкъ менә экологик сукцессиянең асылын тәшкил итә дә инде.

Экологик сукцессиянең төп үзенчәлеге бергәлекнең үзгәрешләре һәрвакыт аны тигезләнеш хәленә кайтару юнәлешендә барудан гыйбарәт.

Файдаланудан чыккан кырда урман үсеп чыгу, анда иң элек автотроф организмнар күренә башлаганлыктан, автотрофлык ачык беленеп торган сукцессиягә мисал булып тора.

Күп микъдарда органик матдәләр (мәсәлән, янәшә кырдан яңгыр сулары юып төшергән органик ашламалар) белән пычранган елгада барган процесслар икенче төр сукцессиягә мисал булып тора. Мул органик матдәне бу очракта гетеротрофлар актив файдалана башлыйлар һәм күпләп үрчиләр. Гетеротрофларның саны арту органик матдәнең бу елгада табигый юл белән ясалуына караганда кулланылуы тизрәк баруына китерә. Ахыр чиктә артык органика файдаланылып бетә, һәм гететротрофларның саны яңадан акрынлап табигый дәрәҗәсенә кайта (ягъни автотрофлар продукциясе белән билгеләнә).

Сукцессиянең һәр стадиясе теге яки бу төрләр һәм тереклек формалары өстенлек иткән аерым бергәлек булып тора. Алар *тигезләнеш хәленә* ирешкәнче бер-берсен алмаштыралар. Тереклек булмаган урында (мәсәлән, яңа ясалган ком калкулыкларында) башланган сукцессия *беренчел сукцессия* дип атала. *Икенчел сукцессия* термины элек формалашкан бергәлек урынында үсеш алган бергәлекләргә карый.

Беренчел сукцессиягә мисал итеп ташлардагы юшкын лишайникларын һәм яфраксыман лишайникларны китерергә мөмкин. Тора-бара лишайниклар бүлендеге ташчыл субстратта туфраксыман җирлек барлыкка китерә, анда югарырак төзелешле үсемлекләр — куакчыл лишайниклар, яшел мүкләр, үләннәр һәм башка үсемлекләр үсә башлый.

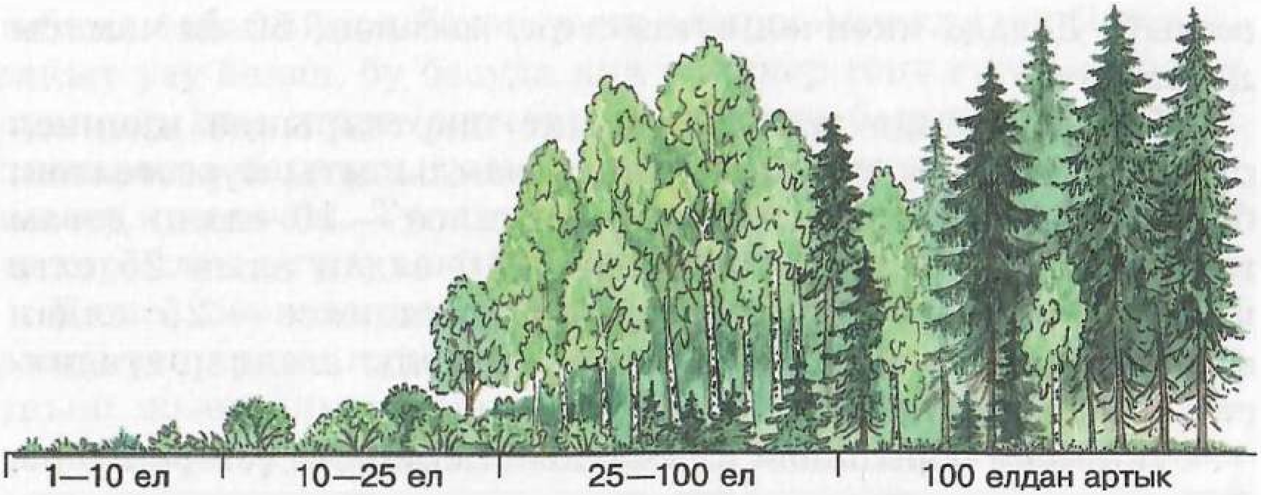
Кайчандыр урман үсеп утырган мәйданнарда төпләү уздырып сөргәннән соң (әгәр, әлбәттә, сөрелгән участок алга таба башка эшкәртелмәсә), яки урманны кисеп бетергәннән соң, буа буганнан һ.б.дан соң барган үзгәрешләр икенчел сукцессиягә мисал булып тора.

Икенчел сукцессиядәге үзгәрешләрнең тизлеге беренчедәгедән шактый югарырак. Бу шуның белән аңлатыла: беренчел бергәлек үзеннән соң җитәрлек күләмдә туклыклы матдәләр, уңдырышлы туфрак калдыра, бу исә яңа килеп урнашканнарның үсүен һәм үсешен шактый тизләтә.

Сукцессияләрнең әһәмияте. Сукцессия барышында бергәлекнең рәвеше даими үзгәреп тора. Экосистеманың эшләп торуы да үзгәрә. Сукцессия ул — закончалы һәм юнәлешле процесс, шуңа күрә аның теге яки бу стадиясендә барган гомуми үзгәрешләр теләсә нинди бергәлеккә хас һәм аның төр составына яки географик урынына бәйле түгел. Сукцессион үзгәрешләрнең төп дүрт тибын күрсәтергә мөмкин.

Беренче үзгәреш сукцессия процессында үсемлек һәм хайван төрләренең өзлексез алмашынуыннан гыйбарәт. 65 нче рәсемдә ташландык җир участогында икенчел сукцессия барышында үсемлекләр бергәлегенең төр составы үзгәрү күренеше схема рәвешендә күрсәтелгән.

Төр составы үзгәрү еш кына төрле төрләрнең бер үк азык яки башка ресурслар өчен көрәше белән билгеләнә; чөнки сукцессия барышында экосистемалар үзгәрешләре бергәлекне яңа төрләр басып алуы өчен уңайлы шартлар



65 нче рәсем. **Авыл хуҗалыгының ташландык җир участогында гомуми сукцессия күренеше**

тудыра. Шул сәбәпле сукцессион үзгәрешләр һәрвакыт төрләр байлыгы, ягъни организмнарның төрлелеге арту белән бергә бара. Бу — икенче мөһим сукцессион үзгәреш.

Өченче үзгәрешкә органик матдә биомассасының артуын кертергә кирәк. Бергәлектә төрләр саны арткан саен, анда тереклек итүчеләр тыгызланган кебек була. Урман аланнарын тыгыз келәм булып үлән каплап алуын, карт урманның куелыгын, андагы үсемлек төрләренең күплеген, аларның тыгыз булып ничек сыешып үсүләрен исегезгә төшерегез әле.

Ниһаять, дүртенче үзгәреш бергәлек биомассасының (бергәлек продукциясенең) арту тизлеге кимүдән һәм аның тереклеге өчен таләп ителгән энергия микъдары артудан гыйбарәт. Бу — сукцессиянең иң мөһим күренеше. Беренчел сукцессиянең иртә стадияләрендә үсемлекләр биомассасының арту тизлеге югары, ләкин аннан соңгы стадияләрдә ул кими.

Сукцессиянең дәвамлылыгы күбесенчә бергәлекнең структурасы белән билгеләнә. Беренчел сукцессияне ком калкулыклары кебек урыннарда өйрәнү, бу шартларда тигезләнешкә ирешү өчен, күп йөзләгән еллар таләп ителүен дәлилли. Икенчел сукцессияләр, мәсәлән, урман кисенделәрендә шактый тиз уза. Шулай да уртача дымлы климат шартларында урман массивын торгызу өчен кимендә 200 ел вакыт таләп ителә.

Әгәр климат бик кырыс булса (мәсәлән, чүлдә, тундра яки даладагы кебек), сукцессия озак дәвам итми, чөнки бергәлек уңайсыз физик чолганышны сизелерлек үзгәртә

алмый. Далада икенчел сукцессия, мәсәлән, 50 ел чамасы дәвам итә.

65 нче рәсемдә уртача климат шартларында икенчел сукцессиянең төп стадияләренең дәвамлылыгы күрсәтелгән: беренче — үләнчел үсемлекләр стадиясе — 10 еллап дәвам итә; икенче — куаклар стадиясе — 10 елдан алып 25 елга кадәр; өченче — яфраклы агачлар стадиясе — 25 елдан алып 100 елга кадәр; дүртенче — ылыслы агачлар стадиясе — 100 елдан артык.

Сукцессия барышына климатның периодик үзгәрешләре, җил-давыл, корылык, янгыннар, еш кына очраклы үзгәрешләр йогынты ясарга мөмкин. Әйтик, мәсәлән, янгын сукцессияне өзеп кенә калмыйча, системаны башлангыч хәленә кайтара ала.

Сукцессиянең өлгергән стадияләре иртә стадияләре белән чагыштырганда тотрыклырак. Корылык сукцессиянең иртә стадиясенә, мәсәлән арыш яки бодай чәчүлегенә, нык йогынты ясарга мөмкин. Урман биоценозының тотрыклы фазасында ул азрак йогынты ясый (әгәр инде корылык ел саен кабатланмаса).

Экологик сукцессиянең әһәмияте. Өлгергән, яки тигезләнеш хәлендәге бергәлек яшь (ягъни тереклек яңа гына үсеш ала башлаган) бергәлектән үзендә организмнарның гаять тыгыз урнашуы, аларның күптөрлелеге, югарырак үсеш алган трофик структурасы, читтән алынган энергиянең яшәү өчен файдаланыла торган энергиягә тигезләшүе белән аерылып тора. Бу аңа күп кенә физик факторлар (мәсәлән, температура һәм дымлылык) үзгәрешләренә һәм хәтта кайбер төр химик пычрануларга каршы торырга булышлык итә. Чөнки организмнар, үзләре яшәгән тирәлеккә йогынты ясап, аның үзлекләрен үзгәртә, аны яшәү өчен җайлашканрак итә. Шул ук вакытта, өлгергән бергәлекне тәшкил иткән организмнар файдалана алган энергия тулысы белән диярлек аларның тереклек эшчәнлеген тәэмин итүгә тотыла.

Яшь бергәлекләр, киресенчә, тышкы йогынтыларны тиз сизә. Әмма яшь бергәлек яңа биомассаны өлгергәненә караганда шактый күбрәк микъдарда ясарга сәләтле. Бодай басуы — моның ачык мисалы. Әгәр һава шартлары уңай һәм туфракта туклыклы матдәләр җитәрлек булса, уңыш мул булачак. Ләкин чүп үләннәр күренә башлау белән (басу эшкәртелмәгән очракта), уңыш кими. Әгәр бергәлеккә алга

таба да табигый юл белән үсеш алырга мөмкинлек бирелсә, вакыт узу белән, бу басуда яңа үләннәр генә түгел, ә бәлки куаклар һәм хәтта агачлар да күренә башлаячак. Бодай һаман азая барачак, үсемлекләр массасының гомуми артымы да кимеячәк. Туклыклы матдәләр һәм энергия башлыча тереклек итүне саклауга тотылачак.

Кеше, бергәлеккә сукцессиянең башлангыч стадияләрендә үзе ярдәм күрсәтеп, чиста продукция рәвешендә мул уңыш җыеп алырга мөмкин. Бу зур энергия чыгымын сорый. Авыл хуҗалыгын алып барганда, кеше машиналар һәм механизмнар энергиясен файдалана, сукцессиянең башлангыч стадиясендә авыл хуҗалыгы бергәлеген (мәсәлән, бодай чәчелгән кырны) карап тору өчен үз хезмәтен кертә. Кеше бу бергәлеккә туклану ресурслары өчен бодай белән конкуренциягә керә яки үсемлекләр биомассасын үз ихтыяҗларына файдалана алырлык башка төрләрнең үтеп керүенә тоткарлык ясый. Чөнки өлгергән бергәлектә үсемлекләр биомассасының еллык артымы башлыча үсемлекләр һәм хайваннарның сулавы өчен тотыла һәм ул хәтта нульгә тигезләшергә мөмкин.

Икенче яктан, кеше фикеренчә, бергәлекнең тигезләнеш стадиясендәге тотрыклылыгы, аның физик факторлар йогынтысына каршы тора алу (һәм хәтта алар белән идарә итә алу) сәләте мөһим үзлек булып тора.

Сөрүлек җирләр, мәсәлән, яшь сукцессион стадияләр булып исәпләнә. Алар шундый хәлдә игенченең даими хезмәте аркасында саклана. Урманнар исә картрак, төрлерәк һәм даимирәк бергәлекләр булып тора.

Экосистеманың һәр ике тибына кешенең бертөрле игътибар белән каравы гаять мөһим. Әгәр агачтан вакытлыча керем алу артыннан куып, кеше урманны кисеп бетерсә, су запасы кимеячәк һәм битләүләрдән туфрак юылачак. Бу тигезлектә урнашкан районнарның продуктлылыгын киметә. Башкача әйткәндә, кеше өчен урманнарның әһәмияте аларның үзагач бирүенә яки авыл хуҗалыгы культуралары үстерү өчен өстәмә мәйданнар чыганагы булуына гына кайтып калмый икән.

Икътисади файда артыннан куу аркасында китергән экологик зыян нәтиҗәләрен кешеләр әле һаман аңлап бетермиләр. Югыйсә бит хәзерге вакытта экология туплаган белемнәр генә дә биосфераның тоташ сөрүлек җиргә әйләнү куркынычын расларга бик җитә. Үзебезнең Җирдә

яшәп калуыбыз өчен билгеле бер ландшафтларның табигый бергәлекләрдән торуы зарур.

Экологик сукцессия. Тигезләнеш. Беренчел сукцессия. Икенчел сукцессия.

?

1. Экологик сукцессиянең төп үзенчәлеге нәрсәдән гыйбарәт?
2. Беренчел һәм икенчел сукцессияләр арасында нинди аерымлыклар бар? Мисаллар китерегез.
3. Сукцессион үзгәрешләрнең төп типларын әйтегез.
4. Сукцессиянең дәвамлылыгы нинди факторлар белән билгеләнә?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Бергәлек, экосистема, биогеоценоз, биосфера — күп кенә үзләренә хас үзлекләргә ия һәм бербөтен табигый объектлар буларак эшләп торган эре табигый системалар. Табигый экосистемалар элементларының нисбәте аларның структурасын (төр, пространство, трофик структурасын) билгели һәм энергия күчеше, матдәләр әйләнеше үзенчәлекләре бу структурага бәйле. Туклану тибы буенча организмнар автотрофларга («үзләре тукланучыларга») һәм гетеротрофларга (әзер органик матдәләр белән тукланучыларга) аерыла.

Бергәлектә энергия күчешенең төп каналы булып азык чылбыры тора. Азык чылбыры буенча энергия күчеше беркайчан да тулы булмый: аның бер өлеше тарала. Энергия агышларының интенсивлыгы үзгәрүләр төрле трофик дәрәҗәләрдә торучы организмнарның саны һәм биомассасының үзенчәлекле нисбәтләренә китерә. Трофик дәрәҗә югарырак булган саен, аны төзегән организмнарның гомуми биомассасы һәм саны түбәнрәк була. Бергәлекнең продуктлылыгы аның иң әһәмиятле күрсәткече булып санала.

Бергәлекләр вакыт эчендә үзгәрәләр. Экологик сукцессия дип аталган бу үзгәрешләр барышында табигый системаларның тигезлеге саклануга ирешелә һәм тотрыклылыгы арта.

6 нчы бүлек

Биосфера дәрәҗәсе

Бу бүлектән сез

- *биосфера һәм аның төрле тирәлекләрендә организмнарның тереклек итү үзенчәлекләре;*
- *организмнарның тирәлек барлыкка китерү эшчәнлегенең төп төрләре һәм биогеохимик цикллары;*
- *биосфера эволюциясенең төп закончалыклары турында*

белерсез

6.1. Биосфера. Яшәү тирәлекләре

1. Биосфера нәрсә ул?
2. Сезгә нинди яшәү тирәлекләре билгеле?
3. Теге яки бу тирәлектә организмнарның тереклек үзенчәлекләре нәрсәдән гыйбарәт?

Биосфера төшенчәсе. Барлык табигый экосистемалар (биогеоценозлар) үзара бәйләнештә торалар һәм бергә Җирнең тере тышчасын барлыкка китерәләр, аны иң зур экосистема буларак өйрәнергә мөмкин. Җир тышчасын — аның тереклек ияләре яши торган коры җирен, суларын һәм чолгап алган һава пространствосын *биосфера*, ягъни яшәү сферасы дип атыйлар.

Биосфераның составы һәм төп үзлекләре аның биотик (терек) һәм абиотик (терек булмаган) компонентларының үзара тәэсир итешүе белән билгеләнә.

Биосфера — үз эчке законнары буенча һәм тышкы, шул исәптән космик көчләр тәэсиреннән үсеш ала торган катлаулы төзелешле бербөтен система.

Биосфера — Җир эволюциясе продукты. Терек матдә безнең планета үсешендә гаять зур роль уйный. Рус галиме *В. И. Вернадский*, Җир кабыгының составын һәм эволюциясен тикшереп, әнә шундый нәтиҗәгә килә. Ул табылган мәгълүматларны, атомнарның геохимик миграциясендә терек матдәнең ролен исәпкә алмыйча, геологик сәбәпләр белән генә аңлатып булмавын исбатлый.

Биосфераны эшләве хәлиткеч бер факторга — энергиягә бәйле булган гаять зур машина белән чагыштырырга мөмкин: ул булмаса, бар нәрсә кичекмәстән туктап калыр иде. Биосферада төп энергия чыганагы ролен кояш нурланышы уйный.

Тере организмнар кояш нурлары энергиясенә бәйле булу белән генә чикләнмиләр, алар бу энергиянең гигант аккумуляторы (туплаучы) һәм уникаль трансформаторы да (үзгәртүче дә) булып торалар. Энергиянең туплануы һәм үзгәрүе ничек баруы турында сез дәреслекнең алдагы бүлекләреннән белерсез.

Биосфера урының нинди киңлектә урнашуына һәм рельефына, климатның сезонлы үзгәрешләренә бәйле табигый шартлар төрлелеге белән характерлана. Ләкин бу төрлелекнең төп сәбәбе тере организмнар эшчәнлегенә бәйле.

Организмнар һәм аларны чолгап алган терек булмаган табигать арасында туктаусыз матдәләр алмашы бара, һәм шуңа күрә коры җир һәм диңгезнең төрле участоклары берберсеннән физик һәм химик күрсәткечләре буенча аерыла.

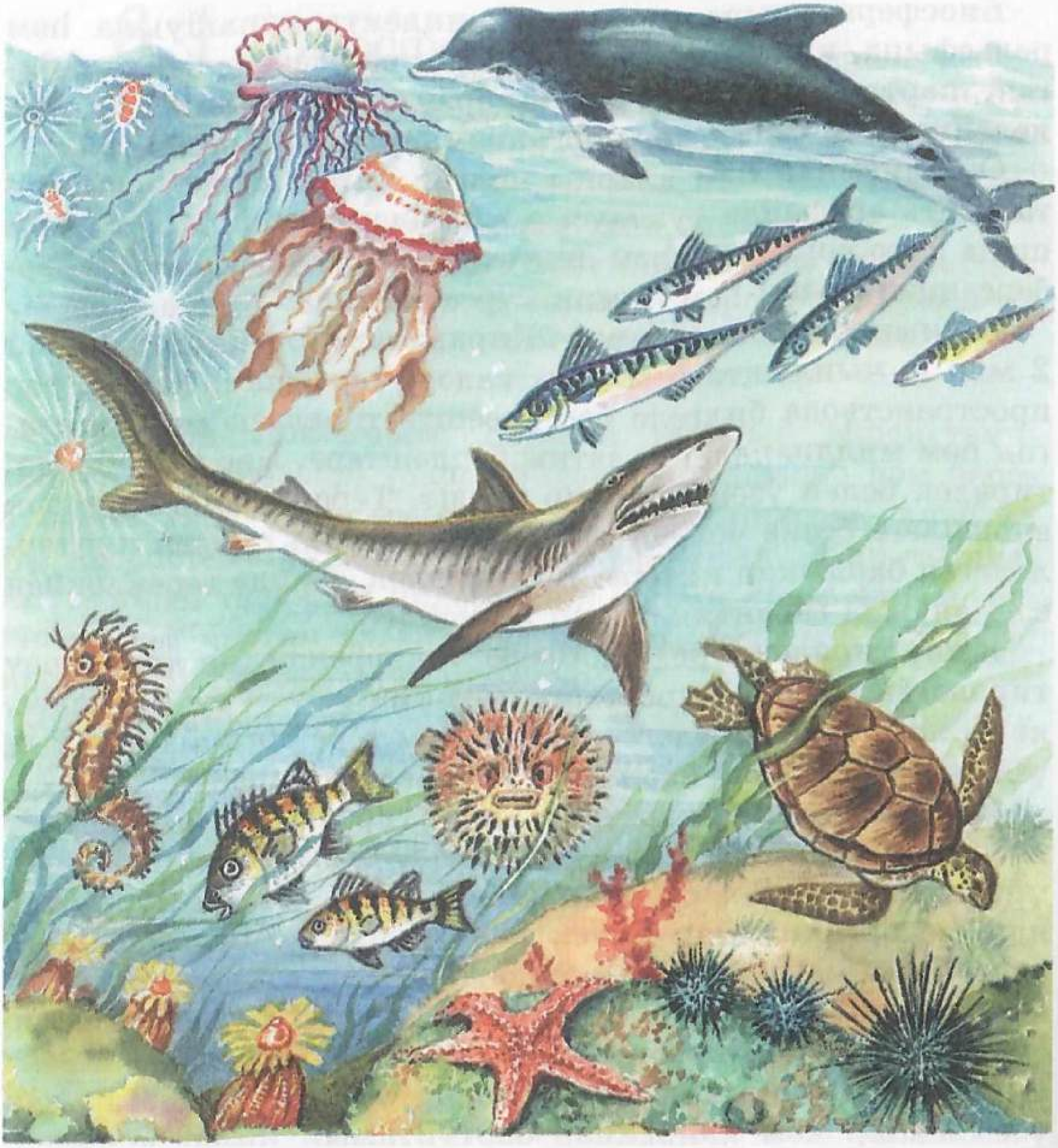
Галимнәр исәпләвенчә, Җирдә тере организмнарның 2 млн (ә чынлыкта 5 млн га кадәр) төре яши; һәрбер төр пространствода билгеле бер рәвештә таралган миллионлаган һәм миллиардлаган затны берләштерә. Һәр төр әйләнә-тирәлек белән үзенчә тәэсир итешә. Тере организмнарның эшчәнлеге безне чолгап алган табигатьнең гаҗәеп күптөрлелеген барлыкка китерә. Бу төрлелек Җирдә тереклекнең саклануына гарантия булып хезмәт итә.

Яшәү тирәлекләре. Биосфера чикләрендә төп дүрт яшәү тирәлеген аерып күрсәтергә мөмкин. Бу — су тирәлеге, коры җир-һава тирәлеге, туфрак һәм тере организмнарның үзләре тарафыннан барлыкка китерелгән тирәлек.

Су күп организмнар өчен яшәү тирәлеге булып хезмәт итә (66 нчы рәсем). Судан алар яшәү өчен кирәкле барлык матдәләрне: азык, су, газларны алалар. Шуңа күрә суда яшәүче организмнар ничек кенә күптөрле булмасыннар, алар барысы да су тирәлегендә тереклек итүнең төп үзенчәлекләренә җайлашкан булырга тиеш. Бу үзенчәлекләр суның физик һәм химик үзлекләре белән билгеләнә.

Су катламнарында йөзмә хәлдә яшәүче күпләгән вак үсемлекләр һәм хайваннар бертуктамый йөзеп йөриләр. Йөзү сәләте этү көченә ия суның физик үзлекләре белән генә түгел, ә бәлки организмнарның үзләрендәге махсус җайланмалар, мәсәлән, аларның тән өслеген шактый арттыручы һәм, димәк, үзләрен чолгап алган сыеклыкка ышкылуын көчәйтүче күп санлы үсентеләре һәм өстәлмәләре белән дә тәэмин ителә. Медуза кебек хайваннар тәненең тыгызлыгы су тыгызлыгына бик якын. Аларга су катламнарында эленеп торырга тәннәренең парашютка охшаган үзенчәлекле формасы да булышлык итә.

Актив йөзүчеләрнең (балыклар, дельфиннар, тюленьнәр һ. б. ның) тән формасы орчыксыман, ә очлыклары ишкәк рәвешендә. Моннан тыш, аларның су тирәлегендә хәрәкәтләнүе суга ышкылуны киметүче махсус майлагыч — лайла бүлеп



66 нчы рәсем. Су тирәлегендә яшәүчеләр

чыгаручы тышкы япманың үзенчәлекле төзелеше аркасында ансатлаша.

Суның җылысыешлыгы бик югары, ягъни су җылыны туплау һәм саклау үзлегенә ия. Шуңа күрә коры җирдә еш күзәтелә торган температураның кискен тирбәнешләре суда күзәтелми. Бик тирән сулар шактый салкын булырга мөмкин, ләкин тән температурасының даимилеге аркасында, хайваннарда хәтта бу шартларда да тереклекне тәэмин итәрлек җайланмалар үсеш ала алган.

Хайваннар гаять зур океан тирәнлекләрендә, үсемлекләр исә суның фотосинтез өчен кирәкле кояш нурлары энергиясе үтеп кергән өске катламнарында гына яши алалар. Бу

катламны *фотик зона* дип атыйлар. Су өслеге яктылыкның күп өлешен кире кайтарганлыктан, хәтта иң үтә күренмәле океан суларында да фотик зонаның калынлыгы 100 м дан артмый. Тирәндә яшәүче хайваннар я тере организмнар белән, яисә өске катламнан аска туктаусыз төшеп торган хайван һәм үсемлек калдыклары белән тукланалар.

Су хайваннары һәм үсемлекләре коры җирдә яшәүче организмнар кебек үк сулый, аларга кислород кирәк. Температура күтәрелү белән, суда эрегән кислород микъдары кими. Өстәвенә диңгез суында кислород төче судагыга караганда начаррак эри. Шул сәбәптән тропик поясның ачык диңгез сулары тере организмнарга ярлы. Һәм киресенчә, поляр сулар планктонга — балыкларга һәм эре китсыманнарга азык булып торган вак кыслачыкларга бай.

Тереклек өчен суның тоз составы бик мөһим. Организмнар өчен Ca^{2+} ионнары аеруча әһәмиятле. Моллюскларга һәм кысласыманнарга кабырчыкларын яки панцирьларын төзү өчен кальций кирәк. Суда тозлар концентрациясе бик үзгәрергә мөмкин. Әгәр суның бер литрында эрегән тозлар 0,5 г нан кимрәк булса, су төче булып исәпләнә. Диңгез суы даими тозлылыкка ия булуы белән аерылып тора, һәм аның бер литрында уртача 35 г тоз була.

Коры җир-һава тирәлеге, эволюция барышында судан соңрак үзләштерелгән тирәлек буларак, катлаулырак һәм күптөрлерәк, анда югарырак төзелешле тере организмнар яши.

Биредә тереклек итүче организмнарның иң мөһим яшәү факторы булып аларны чолгап алган һава массалары үзлекләре һәм составы тора. Һаваның тыгызлыгы су тыгызлыгыннан шактый түбән, шуңа күрә коры җир хайваннарының терәк тукымалары — эчке һәм тышкы скелеты — көчле үсеш алган. Хәрәкәтләнү формалары гаять күптөрле: йөгерү, сикерү, шуышу, очу һ.б. Һавада кошлар һәм бөҗәкләрнең кайбер төрләре оча. Һава агымнары үсемлек орлыкларын, спораларны, микроорганизмнарны тарата.

Һава массалары даими күчеп тора. Һава температурасы бик тиз һәм зур киңлекләрдә үзгәрергә мөмкин, шуңа күрә коры җирдә яшәүче организмнар температураның кискен үзгәрүләренә бирешмәскә яки алардан котылырга мөмкинлек бирүче күп санлы җайланмаларга ия. Нәкъ менә коры җир-һава тирәлегендә барлыкка килгән җылыканлылык үсеш алуы аларның иң әһәмиятлесе булып тора.

Үсемлекләр һәм хайваннар тереклеге өчен һаваның

химик составы (78 % азот, 21 % кислород һәм 0,03 % углерод диоксиды) бик әһәмиятле. Углерод диоксиды, мәсәлән, фотосинтез өчен иң әһәмиятле чимал чыганагы булып исәпләнә. Һава азоты аксымнар һәм нуклеин кислоталары синтезы өчен кирәк.

Һавадагы су парларының микъдары (чагыштырма дымлылык) үсемлекләрдә транспирация, ә кайбер хайваннарда тире аша парга әйләнү процессларының интенсивлыгын билгели. Түбән дымлылык шартларында яшәүче организмнар күп су югалтуны булдырмаучы күп санлы җайланмаларга ия. Әйтик, мәсәлән, чүл үсемлекләренең суны тирәннән суырырга сәләтле көчле тамыр системасы бар. Кактуслар суны тукымаларына туплый һәм аны бәрәкәтле файдалана. Күп үсемлекләрдә, парга әйләнүне киметү өчен, яфрак җәймәләре чәнечкегә әверелгән. Күп кенә чүл хайваннары иң эссе чорда берничә айга йокыга тала.

Туфрак ул — коры җирнең тереклек иясләренең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә үзгәргән өске катламы. Ул, биосфераның әһәмиятле һәм бик катлаулы компоненты буларак, аның башка өлешләре белән тыгыз бәйләнгән. Туфрак тереклеккә гадәттән тыш бай. Кайбер организмнар туфракта бөтен гомерләрен, ә икенчеләре гомерләренең бер өлешен үткәрәләр. Туфрак кисәкчекләре арасында күп сан-

67 нче рәсем. Туфракта тереклек итүчеләр

лы куышлыклар була, һәм алар су яки һава белән тулган булырга мөмкин. Шуңа күрә туфракта су организмнары да, һава сулаучылары да очрый (67 нче рәсем). Үсемлекләр тереклегендә туфракның роле гаять зур.

Туфракта яшәү шартлары күбесенчә климат факторлары белән билгеләнә, аларның иң әһәмиятлесе — температура. Ләкин туфрак тирәнәйгән саен, температура тирбәнешләре азрак сизелә бара: температураның тәүлеклек үзгәрешләре, ә тирәнлек арта барган саен, сезонлы үзгәрешләре тиз сүнә.

Туфракның хәтта бик тирән булмаган катламында да тулысынча караңгылык хөкем сөрә. Моннан тыш, туфракка күмелгән саен, кислород микъдары кими һәм углекислый газ арта бара. Шуңа күрә тирәндә анаэроб бактерияләр генә яши ала, шул ук вакытта туфракның өске катламнарында, бактерияләрдән тыш, гөмбәләр, иң гади төзелешлеләр, йомры суалчаннар, буынтыгаяклылар һәм хәтта, юл ерып, оя ясаучы, чагыштырмача эре хайваннар, мәсәлән, сукыр тычканнар, җир тычканнары, күзсез тычканнар да очрый.

Күп организмнарның тәннәре башка организмнар өчен яшәү тирәлеге булып хезмәт итә. Бу паразитлыкка гына түгел, ә бәлки организмнар арасындагы үзара мөнәсәбәтләрнең кайбер башка формаларына да карый, алар турында тулырак итеп дәреслекнең башка бүлекләрендә әйтелер. Шунысы ачык: башка организм эчендә яшәү шартлары тышкы тирәлек шартлары белән чагыштырганда даимирәк булуы белән характерлана. Шуңа күрә үсемлекләр яки хайваннар тәнендә үзенә урын тапкан организмнар еш кына ирекле яшәүче төрләргә кирәкле органнар һәм органнар системаларын тулысынча югалталар. Аларда сизү органнары яки хәрәкәт органнары үсеш алмаган, аның каравы хуҗасы тәнендә тотылып тору һәм нәтиҗәле үрчү өчен (еш кына гаять камилләшкән) җайланмалар барлыкка килә.

Биосфера. Су тирәлеге. Коры җир-һава тирәлеге. Туфрак. Яшәү тирәлеге буларак организмнар.

?

1. Су тирәлегендә, коры җир-һава тирәлегендә, туфракта яшәүче организмнарның төп үзенчәлекләрен әйтегез.
2. Организмнарның су тирәлегендә яшәүгә нинди җайланмалары барлыкка килгән?

3. Түбән температураларның тискәре йогынтысыннан организмнар ничек сакланалар?
4. Башка организмнар тәнен яшәү тирәлеге итеп файдаланучы организмнарның төп үзенчәлекләре нидән гыйбарәт?

6.2. Организмнарның тирәлек барлыкка китерү эшчәнлеге

1. Организмнар үзләре яшәгән тирәлеккә йогынты ясый аламы?
2. Бу йогынтының формалары нинди?
3. Организмнар эшчәнлеге нәтиҗәсендә нинди тирәлекләр барлыкка килгән?

Тере организмнар үзләрен чолгап алган тирәлек йогынтысын тоеп кына калмыйлар, ә бәлки бу яшәү тирәлегенә үзләре дә актив йогынты ясыйлар. Тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә тирәлекнең физик һәм химик үзлекләре (һава һәм суның газлар составы, туфракның структурасы һәм үзлекләре, хәтта шул урынның климаты) сизелерлек үзгәрергә мөмкин.

Тереклекнең тирәлеккә ясаган йогынтысының иң гади ысулы булып механик йогынты исәпләнә. Хайваннар, оя ясап, юллар казып, грунт үзлекләрен нык үзгәртәләр. Туфракны югары төзелешле үсемлекләрнең тамырлары үзгәртә: ул ныгый, су агымы яки җил таркатуына азрак бирешә.

Су катламнарында яшәүче вак кыслачыклар, бөҗәк личинкалары, моллюсклар, балыкларның күп төрләре *фильтрация* дип аталган үзенә бертөрле туклану тибына ия. Бу хайваннар, суны үзе аша үткәреп, аннан каты йөзмәләрдәге азык кисәкчекләрен туктаусыз сөзәләр. Бу эшчәнлекне табигый суларны даими чистартып торган гигант фильтр эше белән чагыштырырга мөмкин.

Әмма механик йогынты тирәлекнең физик-химик үзлекләренә бу организмнар ясаган йогынты белән чагыштырганда шактый көчсезрәк. Биредә иң зур рольне атмосфераның химик составын формалаштыручы яшел үсемлекләр уйный. Фотосинтез — атмосферага кислород чыгаручы төп механизм, шуның белән ул гаять күп санлы организмнар-

ның, шул исәптән кешенең дә яшәвен тәэмин итә.

Суны йотып һәм парга әйләндереп, үсемлекләр үзләренең яшәү тирәлегенең су режимына йогынты ясыйлар. Үсемлекләр булу һаваны даими дымландырып торуга булышлык итә. Үсемлекләр капламы Җир өслегендә (урман яки үләннәр ышыгында) тәүлеклек температура тирбәнешләрен, шулай ук дымлылык тирбәнешләрен һәм җилнең кинәт исеп җибәрүен йомшарта, туфракның структурасына һәм химик составына йогынты ясый. Болар барысы да бердә яшәүче организмнарга файдалы йогынты ясый торган билгеле бер уңайлы микроклимат тудыра.

Күбесенчә тереклек иянәренең эшчәнлеге аркасында азот, углерод оксиды, аммиак кебек газлар барлыкка килү контрольдә тора. Терек матдә тирәлекнең физик үзлекләрен, аның термик, электрик һәм механик характеристикаларын да үзгәртә.

Организмнар төрле матдәләрнең гаять зур массаларын күчерергә сәләтле. Терек булмаган матдә, физика законнары буенча, Җирдә өстән аска таба гына күчә. Бу — Җирнең тарту көченә бәйләнгән. Өстән аска таба елгалар, бозлыклар, кар ишелмәләре, тау ишелмәләре хәрәкәтләнә. Тере организмнар кирегә — астан өскә күчүне тормышка ашыра ала. Диңгез балыклары өере, уылдык чәчү өчен, елгалар буйлап өскә таба миграция ясыйлар һәм агымга каршы күп микъдарда терек органик матдә күчерәләр. Диңгез хайваннары белән тукланучы кошлар үзләренең экскрементлары белән кайбер элементларны коры җиргә кайтара, һәм аннан аларны елгалар диңгезгә алып килә. Үсемлекләр астан өскә — туфрак эремәсеннән тамырларга, сабак һәм яфракларга — суның һәм анда эрегән матдәләрнең гаять зур массасын күтәрә.

Тере организмнар, шул рәвешле, химик элементларның глобаль күчешендә — биосферада туктаусыз барган матдәләр алмашында иң әһәмиятле буын булып чыга.

Организмнар туфракның составына һәм уңдырышлылыгына хәлиткеч йогынты ясый. Аларның эшчәнлеге аркасында, атап әйткәндә, корыган тамыр, коелган яфрак, башка үле тукымаларның организмнар тарафыннан эшкәртелүе нәтиҗәсендә, туфракта *гумус* — үсемлекләр туклануы өчен төп элементлары булган, кәрән яки коңгырт төстәге җиңел көпшәк матдә барлыкка килә. Гумус

барлыкка китерүдә күп санлы тере организмнар: бактерияләр, гөмбәләр, иң гади төзелешлеләр, талпаннар, күбаяклылар, яңгыр суалчаннары, бөҗәкләр һәм аларның личинкалары, үрмәкүчләр, моллюсклар, сукыр тычканнар һ.б. катнаша. Тереклек эшчәнлеге процессында алар хайван һәм үсемлек калдыкларын гумуска әверелдерә, аны минераль кисәкчекләр белән катнаштыра, шуның белән бергә, туфрак структурасын формалаштыра.

Механик йогынты. Физик-химик йогынты. Матдәнең күчүе. Гумус. Фильтрация.

1. Тере организмнарның яшәү тирәлегенә йогынтысы нәрсәдә күренә?
2. Тирәлеккә тере организмнар ясаган йогынтының нинди төрләрен беләсез?
3. Безнең планета яшәешендә үсемлекләрнең роле нинди?

6.3. Биосферада матдәләр әйләнеше

1. **Тереклек эшчәнлеге процессында организмнар нинди матдәләрне файдаланалар?**
2. **Ни өчен үсемлекләр һәм хайваннарның төрле матдәләрне файдаланулары бу матдәләрнең запасы кимүгә китерми?**

Биосферада химик элементлар (матдәләр) циркуляциясе *биохимик цикллар* дип атала. Бу процесста тере организмнар хәлиткеч роль уйныйлар.

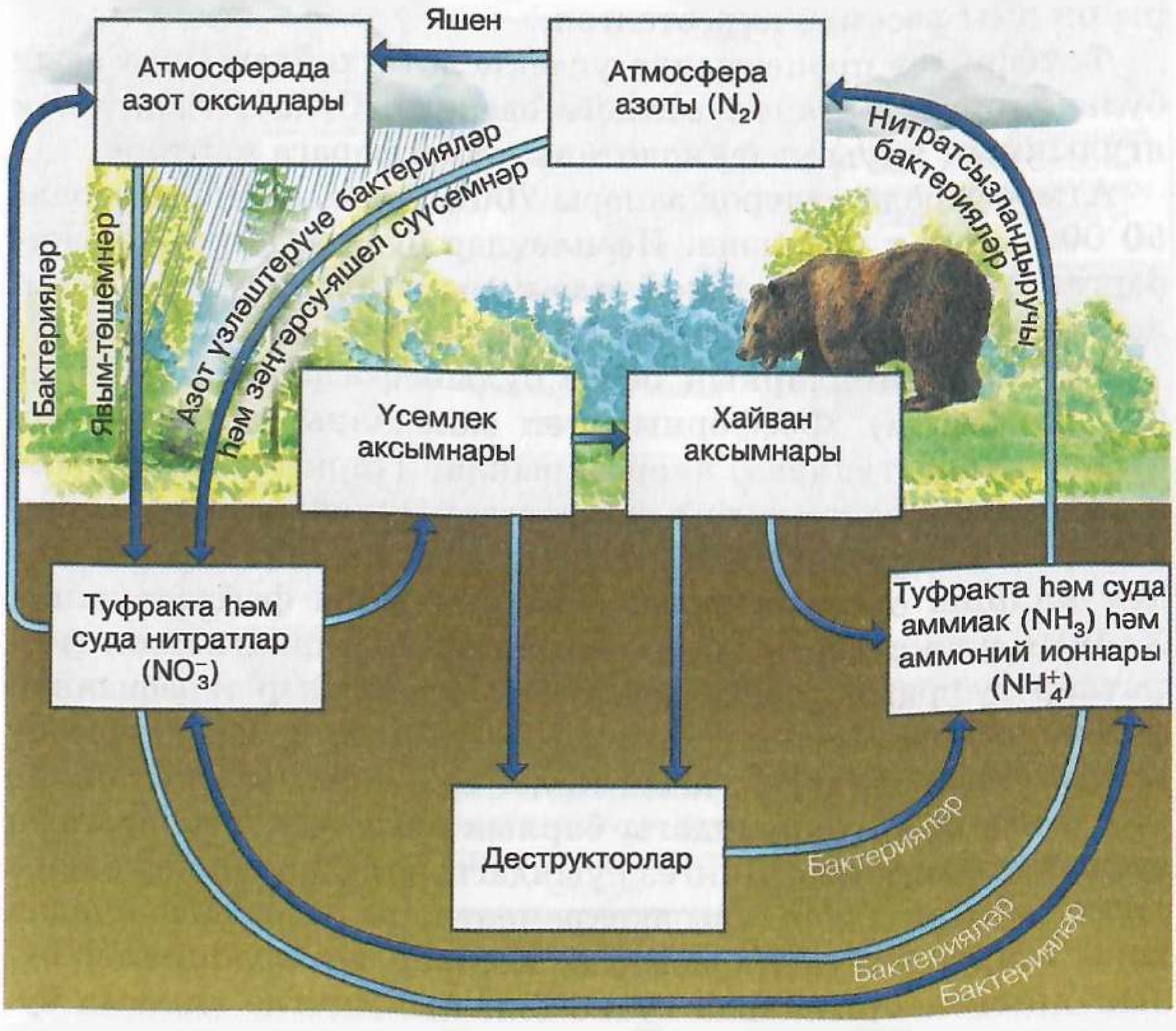
Тереклек өчен кирәкле элементларны шартлыча *бионен* (яшәтүче) элементлар, яки туклыклы матдәләр дип атыйлар. Туклыклы матдәләрне ике төркемгә аералар.

Макротроф матдәләргә тере организм тукымаларының химик нигезен тәшкил итүче элементлар керә. Болар — углерод, водород, кислород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, күкерт.

Микротроф матдәләр тере системаларның яшәве өчен кирәкле, ләкин бик аз микъдарда таләп ителә торган эле-

ментларны һәм аларның кушылмаларын үз эченә ала. Андый матдәләрне еш кына *микроэлементлар* дип атыйлар. Аларга тимер, марганец, бакыр, цинк, бор, натрий, молибден, хлор, ванадий һәм кобальт керә. Микроэлементларның җитешмәве, биоген элементлар җитмәве кебек үк, тере организмнарга көчле йогынты ясарга (атап әйткәндә, үсемлекләрнең үсүен акрынайтырга) мөмкин.

Биоген элементларның циркуляциясе, гадәттә, аларның химик әверелешләре белән бара. Нитрат азоты, мәсәлән, аксым азотына әверелергә, аннары мочевинага күчәргә, аммиакка әверелергә һәм микроорганизмнар йогынтысында кабат нитрат формасына әверелергә мөмкин. Азотның биохимик циклында төрле механизмнар, биологик һәм химик механизмнар да эшли. Биосферада азот циркуляциясе схемасы 68 нче рәсемдә күрсәтелгән.



68 нче рәсем. Азотның биогеохимик циклы

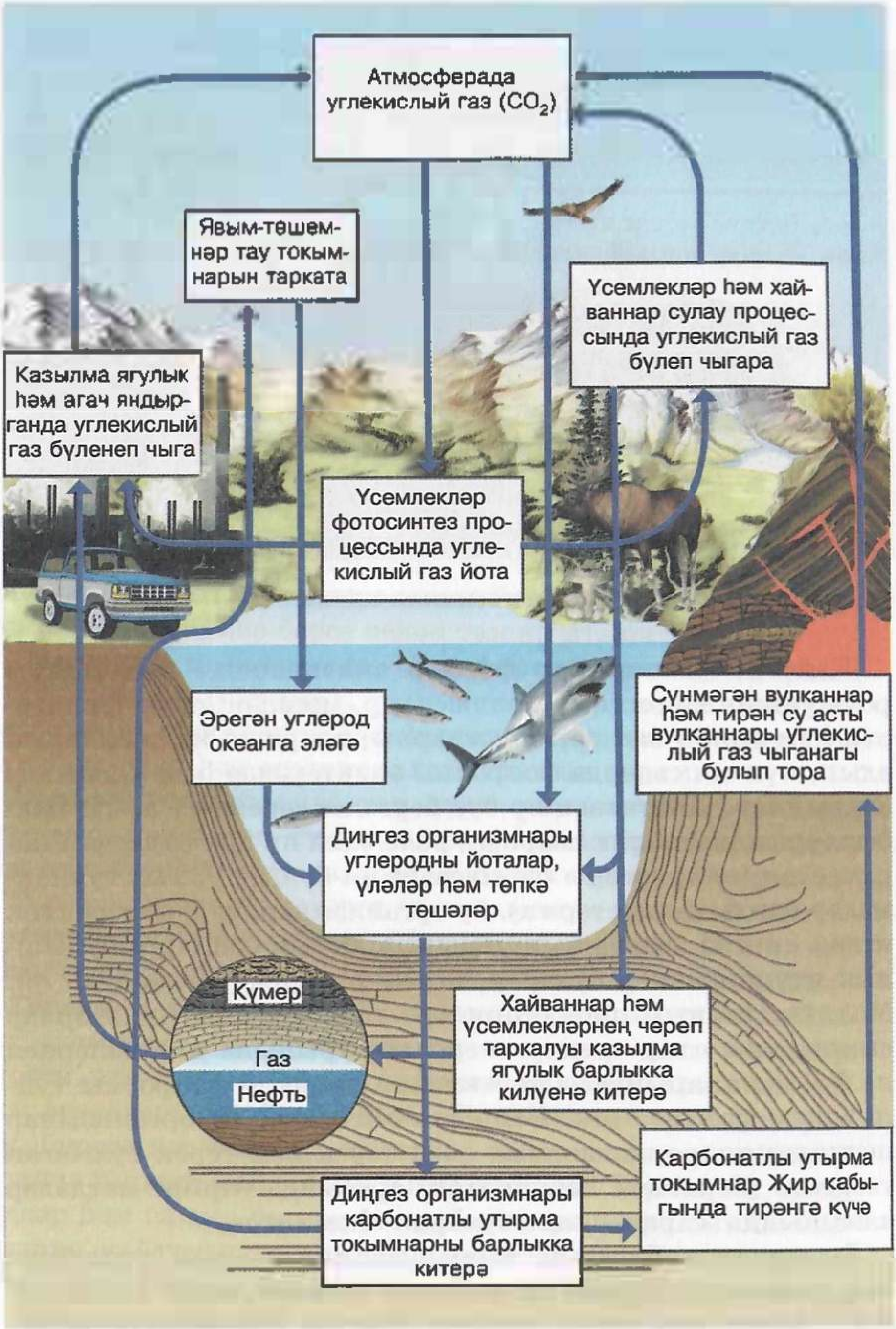
Энергиядән аермалы буларак, биоген элементлар, әйләнештә катнашулары аркасында, берничә тапкыр файдаланылырга мөмкин. Биоген элементлар запасы даими түгел: аларның бер өлеше, бәйләнешкә кереп, тере масса составында була, бу исә экосистема тирәлегендә калган микъдарны киметә. Әгәр үсемлекләр һәм башка организмнар ахыр чиктә таркалмаса, туклыклы матдәләр запасы бетәр һәм Җирдә тереклек тукталыр иде. Моннан гетеротроф организмнарның, беренче чиратта редуцентларның, активлыгы — биоген элементларның әйләнешен һәм тереклекнең дәвам итүен саклаучы хәлиткеч фактор дигән нәтиҗә ясарга мөмкин.

Углеродның биогеохимик циклын тикшерик. Үсемлекләр тарафыннан органик матдәләр синтезы өчен файдаланыла торган углеродның табигый чыганагы булып атмосфера составына кергән яки суда эрегән хәлдә булган углекислота хезмәт итә. Углерод әйләнешенең төп буыннары 69 нчы рәсемдә күрсәтелгән.

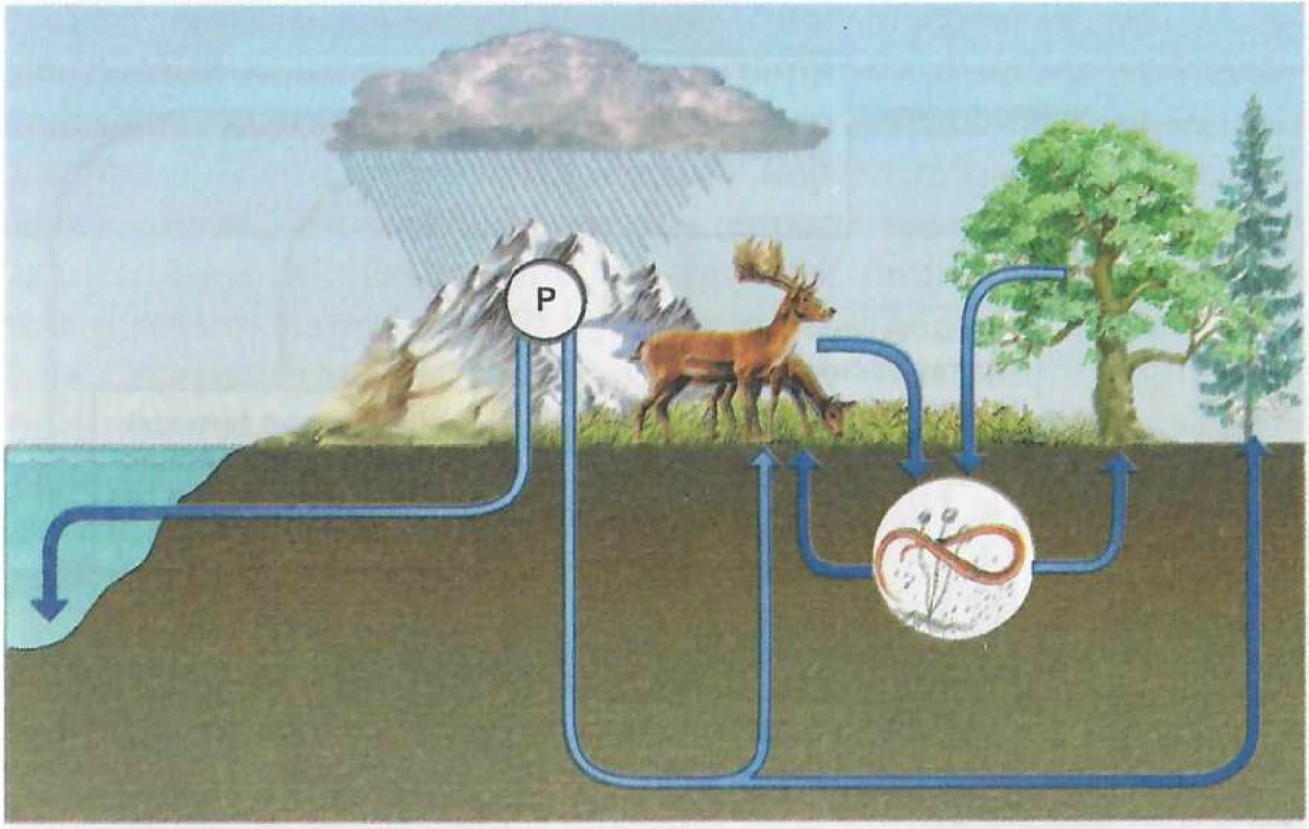
Фотосинтез процессында углекислота хайваннарга азык булып торган органик матдәгә әверелә. Сулау, әчешү һәм ягулыкның януы углекислотаны атмосферага кайтара.

Атмосферада углерод запасы 700 млрд т, ә гидросферада 50 000 млрд т исәпләнә. Исәпләүләр буенча, бер ел эчендә барган фотосинтез нәтиҗәсендә коры җирдә һәм суда үсемлекләр массасының артымы 50 һәм 180 млрд т га тигез.

Иң гади циклларның берсе булып фосфор циклы тора (70 нче рәсем). Фосфорның төп запаслары төрле тау токымнарында туплана, алар акрынлап (таркалу һәм эрозия нәтиҗәсендә) үзләрендәге фосфатларны коры җир экосистемаларына бирәләр. Фосфатларны үсемлекләр кулланалар һәм аларны органик матдәләр синтезында файдаланалар. Хайван үләксәләрен микроорганизмнар таркатканда, фосфатлар туфракка кайта һәм кабат үсемлекләр тарафыннан файдаланыла. Моннан тыш, фосфатларның бер өлеше су агымы белән диңгезгә агып килә. Бу — фитопланктонның һәм фосфор катнашындагы барлык азык чылбырларының үсешен тәэмин итә. Диңгез суындагы фосфорның бер өлеше *гуано* — диңгез кошлары экскрементлары рәвешендә яңадан коры җиргә кайтырга мөмкин. Кошлар зур колонияләр булып яшәгән урыннарда гуано бик кыйммәтле ашлама буларак табыла.



69 нчы рәсем. Углеродның биогеохимик циклы



70 нче рәсем. Фосфорның биогеохимик циклы

Кайбер организмнар фосфор әйләнешендә бик мөһим роль уйнарга мөмкин. Моллюсклар, мәсәлән, суны фильтрлап һәм аннан вак организмнарны, аларның калдыкларын алып, күп микъдарда фосфорны эләктерәләр һәм үзләрендә саклыйлар. Диңгезнең яр буе бергәлекләрендәге азык чылбырларында моллюскларның роле әллә ни зур булмауга карамастан (алар югары биомассага ия булган тыгыз тупланмалар барлыкка китерми), бу организмнар, үзләре тереклек иткән диңгез зонасының уңдырышлыгын сакларга булышлык итүче фактор буларак, беренче дәрәҗә әһәмияткә ия. Моллюскларның популяцияләре табигый аккумуляторлар сыман, тик алар электр энергиясе урынына диңгезләрнең яр буе зоналарындагы тереклеккә кирәкле фосфорны туплый һәм үзендә тота. Башкача әйткәндә, бу организмнар популяцияләре экосистема өчен терек һәм терек булмаган табигать (бергәлек һәм биотоп) арасында барган матдәләр алмашында «арадашчы» буларак әһәмиятле.

Бу мисал табигатьтә төрнең әһәмияте аның күплегенә яки чимал сыйфатлары кебек күрсәткечләргә һәрвакыт бәйле булмавын яхшы сурәтли. Төрнең әһәмияте турыдан-туры чагылмаска мөмкин һәм тирәнтен тикшермәгәндә һәрвакытта беленми дә.

Биогеохимик цикл. Биоген (туклыклы) матдәләр. Микротроф һәм макротроф матдәләр. Микроэлементлар.

?

1. Организмнарның нинди типлары биоген элементлар әйләнешен саклауда төп рольне уйный?
2. Бергәлекнең эшләп торуында төрнең биомассасы, яки продуктлылыгы, һәм аның әһәмияте арасында төгәл бәйләнеш бармы?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Җир тышчасын — аның тереклек иясләре яши торган коры җирен, суларын һәм чолгап алган һава пространствосын — биосфера дип атыйлар. Биосфераның барлык компонентлары, катлаулы төзелешле бербөтен системаны барлыкка китереп, бер-берсе белән тәэсир итешәләр.

Галимнәр исәпләвенчә, биосферада организмнарның 2 млн чамасы (ихтимал, 5 млн га кадәр) төре исәпләнә. Һәрбер төр пространствода билгеле бер рәвештә таралган миллионлаган һәм миллиардлаган заттан тора.

Биосфера чикләрендә төп дүрт яшәү тирәлеген аерып күрсәтергә мөмкин: су, коры җир-һава тирәлеге, туфрак һәм тере организмнар үзләре барлыкка китергән тирәлек.

Тере организмнар үзләрен чолгап алган тирәлек йогынтысын тоеп кына калмыйлар, ә бәлки, аның физик һәм химик үзлекләрен үзгәртеп, аңа үзләре дә актив йогынты ясыйлар.

Тереклек өчен кирәкле элементларны шартлыча биоген элементлар яки туклыклы матдәләр дип атыйлар. Биоген элементлар циркуляциясе, гадәттә, аларның химик әверелешләре белән бара. Энергиядән аермалы буларак, биоген элементлар, матдәләр әйләнешендә катнашып, берничә тапкыр файдаланылырга мөмкин. Таркалып, үсемлекләр һәм башка организмнар биосферага туклыклы матдәләрне кайтаралар, аларның запасын тулыландыралар, шуңа күрә Җирдә яшәеш тукталмый. Биоген элементлар әйләнеше саклануда һәм яшәешне дәвам иттерүдә хәлиткеч фактор булып гетеротроф организмнарның, беренче чиратта редуцентларның, активлыгы тора.

2. Органик дөньяның эволюциясе

Җир йөзендә хайваннар һәм үсемлекләрнең күп санлы төрләре яши. Тереклекнең мондый күптөрлелеге ничек барлыкка килгән соң? Биологик төрләр үзгәрмәүчәнме яки алар үзгәрүләрен дәвам итәләрме? Бу үзгәрешләрнең механизмы нинди? Шушы сорауларга җавапны эволюциянең фәнни теориясе бирә, аның нигезен XIX гасырда *Ч. Дарвин* салган. Эволюцион теория биологиянең төрле бүлекләренә: зоология, ботаника, физиология, биохимия, экология, генетика, палеонтология һ.б.га таяна. Аның бурычы — биологиянең төп сорауларына җавап бирү. Бу сораулар: Җирдә тереклекнең үсеше нинди закончалыкларга буйсына? Эволюция процессының төп юнәлешләре нинди?

7 нче бүлек

Эволюция турындагы тәгълимат нигезләре

Бу бүлектән сез

- *эволюциянең төп этәргеч көчләре;*
- *организмнар үзгәрүчәнлегенең формалары;*
- *популяциядә файдалы үзгәрешләрнең табигый сайланыш йогынтысында ничек ныгып калуы;*
- *төр ясалу механизмнарының ничек эшләве;*
- *макро- һәм микроэволюция, шулай ук бу процессларның төп закончалыклары турында*

белерсез

7.1. Эволюцион тәгълиматның үсеше. Ч. Дарвин

1. **Үсемлекләр һәм хайваннарның килеп чыгышы буенча сезгә нәрсәләр билгеле?**
2. **Үсемлекләр дөньясының үсешенә нинди факторлар йогынты ясаган?**

Тереклек иярәре акрынлап үзгәрәләр. Бу расламада эволюцион идеянең асылы ята.

Әле борынгы философлар ук тереклек иярәре арасында бик гади, примитив вәкилләрне дә, шулай ук катлаулы формаларны да табарга мөмкин булуын әйткәннәр.

Традицион рәвештә моны «яшәеш чылбыры»н, ягъни тереклекнең бөтен булган күптөрлелеген тудырган Тәңре кодрәте белән аңлатканнар. Шул ук вакытта күп кенә галимнәр организмнарны, аларның үзлекләрен, алар арасындагы үзара мөнәсәбәтләрне өйрәнүгә Алланы яхшырак аңлау ысулы итеп караганнар. Хәтта швед натуралисты, систематикага нигез салучы *Карл Линней* (1708—1778) тереклекнең бөтен үзлекләре Ходай кодрәтенең нәтиҗәсе булуына нык ышанган.

XVIII гасырның беренче яртысында хайваннар һәм үсемлекләрнең күп кенә яңа төрләре ачыла. Бу вакытка үлеп беткән төрләр буенча беренче палеонтологик мәгълүматлар алына. Үсемлек һәм хайваннарның казылма калдыкларын өйрәнү гадидән катлаулыга, примитивтан алып тагын да катлаулырак төзелешле тереклек формаларына кадәр алгарышлы хәрәкәтне күрсәтә. Бу күренеш аңлатуларны таләп итә.

Эволюция теориясен беренчеләрдән булып *Жан Батист Ламарк* (1744—1829) эшләргә омтыла. Аның идеясе буенча, кешене дә кертеп, барлык биологик төрләр башка төрләрдән килеп чыкканнар. Шул рәвешле, Ламарк терек табигать эволюциясе идеясен тәкъдим итә. Ул эволюцияне бер формадан башка формага, гадидән катлаулыга таба прогрессив үзгәрешләр процессы буларак аңлый. Ламарк теориясенең нигезендә булдырылган үзлекләрнең нәселдән-нәселгә күчүен тану ята. Ул, ялгышып, хайваннар һәм үсемлекләрнең билгеле бер органнары яки органнар систе-

малары күнектергән саен камилләшә барырга тиеш һәм бу камилләшүләр алдагы буыннарда ныгый бара, дип уйлый. Ламарк эволюция факторларын, янәсе, барча тереклек өчен камилләшүгә омтылыш хас дигән ялгыш фикердән китереп чыгара.

XIX гасыр башында Көнбатыш Европа илләрендә промышленностьның интенсив үсеше күзәтелә, бу исә фән һәм техниканың тиз алга китүе өчен көчле этәргеч бирә. Чит ил экспедицияләреннән алынган бай материаллар тереклек ияләренең күптөрлелеге турындагы күзаллауларны киңәйтә, ә организмнарның систематик төркемнәренең тасвирламалары алар арасында ырудашлык булу ихтималы турындагы фикергә китерә. Бу турыда шулай ук хайваннарның индивидуаль үсеше процессларын өйрәнгәндә күргән хордалылар яралгыларының искиткеч охшашлыгы да дәлилли. Яңа мәгълүматлар терек табигать эволюциясе факторлары турында өстенлек итүче күзаллауларны кире кага. Аларны фәнни аңлату өчен, гаять бай материалны гомумиләштерергә, аерым фактларны фикерләүләрнең төзек системасы итеп бәйләргә сәләтле гениаль акыл кирәк була. *Чарлз Дарвин* нәкъ менә шундый галим булып чыга.

Чарлз Дарвин һәм аның теориясенең төп положениеләре. Ч. Дарвин (1809—1882) — биологик төрләр эволюциясенең хәзерге теориясе нигезләрен салган бөек инглиз биологы.

Балачактан ук Дарвин коллекцияләр җыю, химик тәҗрибәләр ясау, хайваннарны күзәтүләр белән кызыксына. Студент вакытында ул фәнни әдәбиятны өйрәнә, кырда тикшеренүләр алып бару методикасын үзләштерә. Дарвин 22 яшендә Кембридж университетын тәмамлый. Курсларны тәмамлауга ук, натуралист сыйфатында ул «Бигль» кораблендә Көньяк Америка ярларына бишьеллык сәяхәткә чыга.

Дарвин күп сәяхәт итә, күзәтә, күргәннәрен анализлый. Кембриджда инде университет профессоры булып, 30 ел дәвамында күп көч таләп иткән фәнни эшчәнлектән соң, ул 1859 елда бөтен кешелек дөньясы тарихында иң күренекле һәм җитди хезмәтләрнең берсе булган «Происхождение видов путём естественного отбора, или Сохранение благоприятствующих пород в борьбе за жизнь» дигән китабын бастырып чыгара. Китап сенсациягә әверелә. Анда тасвирланган идеяләр фән үсешендә зур роль уйный.

Дарвин Тәңренең булуына да, Җирдә барган бар нәрсә өчен аның җаваплылыгына да шикләнми. Ул фәкать

өйрәнеп һәм танып булган табигать законнары аша Алланың үзен белдерүенә генә ышана.

Көньяк Америка континентыннан күчеп килгән тере организмнар яши торган Галапагос архипелагының чагыштырмача яшь вулканик утрауларына берничә тапкыр барып кайтканнан соң, Дарвин утрау үсемлекләре һәм хайваннарының континентта яшәүче якын төрләреннән кискен аерылып торуын күрә. Биредә Дарвин гигант ташбакаларны һәм сәер кыяфәтле игуананы очрата. Материкта игуана — корылыклы районнарда яшәүче коры җир кәлтәсе. Биредә исә ул диңгездә, суүсемнәр белән тукланып яши. Моннан тыш, Дарвин үзләренең ырудаш төрләреннән шактый зуррак булган, Үзәк һәм Көньяк Америкада әле һаман яшәүче гигант ленивец һәм броненосецның казылма калдыкларын таба.

Дарвин бер утраудан икенчесенә күчкәндә якын төрләрнең кыяфәтләре, зурлыклары, яшәү рәвешләре буенча ачыктан-ачык үзгәрүләрен билгели. Ул гаҗәеп күренешкә тап була: төрле яшәү шартлары фонында тереклек формалары *үзгәрүчәнлегенең* чуарлыгын, сәяхәт вакытында үзе очраткан үсемлек һәм хайваннарның географик бүленешендәге аерымлыкларны күрә. Дарвин, утрауларга хайваннар материктан килеп эләккән һәм биредә үзгәргән, дип фаразлый.

Австралиядә аны Җир шарының башка урыннарында үлеп беткән сумкалы һәм күкәй салучы хайваннар кызыксындыра. Бу примитив хайваннар Австралиядә ничектер аерымланып калганнар (чөнки Австралия, материк буларак, әле югары төзелешле имезүчеләр килеп чыкканчыга кадәр үк аерымланган була) һәм башка материкларда имезүчеләрнең үз көе белән барган эволюциясенә бәйсез рәвештә үсеш алганнар.

Бөтен күргәннәре Дарвинны популяциядән популяциягә организмнарның үзгәрүе аларның яшәү шартлары үзгәрүе белән туры килергә тиеш дигән фикергә китерә.

Дарвин йорт хайваннарының үзгәрүчәнлеге белән яхшы таныш була. Әйтик, ул йортлаштырылган хайваннарның бер үк төренең төрле токымнары арасындагы аерымлыклар кайчак хәтта кыргый хайваннарның төрле төрләре арасындагыга караганда да зуррак булуын күрә. Мәсәлән, күгәрченнәрнең (хәер, башка хайваннарның, мәсәлән этнең дә) төрле формаларын үрчеткәндә, кеше аларны кайбер аерым бер билгеләре буенча сайлап алырга мөмкин. Мәсәлән, селекционерны озын канатлы затларның санын саклап

калу һәм арттыру кызыксындыра. Ул шундый кошларны сайлап ала һәм аларның исән калуына һәм үрчүенә булышлык иткән шартлар тудыра. Бу — кеше сайлап алуы — *ясалма сайланыш.*

Ләкин кыргый табигатьтә бөтенләй башкача: кеше файдалы дип тапкан үзлекләр биредә файдасыз һәм төрнең яшәү өчен көрәшендә хәтта зарарлы булып чыгарга мөмкин.

Табигатьтә сайланышның башка төре — *табигый сайланыш* күзәтелә. Аның таләпләре бер генә нәрсәгә — исән калу сәләтенә генә кайтып кала. Әйтик, мәсәлән, салкын климат шартларында организмның тән җылысын яхшырак сакларга булышлык иткән үзлекләре аның өчен файдалы, яки җайлашулы (адаптив), чөнки алар аның исән калу ихтималын арттыра. Табигый сайланыш нәтиҗәсендә популяциядә нәкъ менә адаптив үзлекләр ныгып кала һәм аңа кергән организмнарның кыяфәтендә һәм яшәү рәвешендә чагылыш таба. Шулай итеп, тышкы тирәлек таләпләре — якын төрләр популяцияләре арасында аерымлыкларны билгеләүче төп фактор.

Дарвин теориясе үсешендә хәлиткеч момент булып аның *Томас Роберт Мальтус* (1766—1834) хезмәтләре белән танышуы тора, Дарвин бу китапны, экспедициядән кайткач, ике елдан соң укып чыга. Мальтус үсемлекләр һәм хайваннар популяцияләренең геометрик прогрессиядә үрчүгә омтылуын һәм теоретик яктан теләсә нинди организм Җир шарын бик тиз тутырырга мөмкин булуын раслый. Мәсәлән, гади генә исәпләүләр шундый нәтиҗәгә китерә: бер бактерия өч тәүлек эчендә гомуми массасы мең тоннага кадәр җиткән яңа токым бирергә сәләтле. Чынлыкта исә бу беркайчан да алай булып чыкмый, чөнки яшәү ресурслары чикләнгәнлектән һәм бик азларына — яшәү өчен көрәштә җиңеп чыга алганнарына гына җиткәнлектән, үлемнәр һәрвакыт булып тору аркасында, организмнарның саны азмы-күпме даими булып кала.

Шулай итеп, һәрбер организм яшь токымны алар исән калырга мөмкин булган саннан күбрәк тудырырга сәләтле, һәм аларның чикләнгән саны гына, исән калып, үзенең нәселен үрчетә. Бу күзәтүләрен «Бигль» кораблендә сәяхәт вакытында ясаган күзәтүләр һәм үзенең йортлаштырылган хайваннарны өйрәнү тәҗрибәсе белән чагыштырып, Дарвин мондый төп нәтиҗәгә килә: файдалы, яки *алгарышлы*, физик, үзен тотуга бәйле яки башка үзлекләргә

ия затларның исән калуга ышанычы башкалар белән чагыштырганда югарырак. Файдалы үзлекләрнең булуы организмнарга *яшәү өчен көрәштә* җиңеп чыгарга булышлык итә. Исән калып, алар алгарышлы үзлекләрне үзенең токымына тапшыруда өстенлек күрсәтәләр. Димәк, андый үзлекләр популяциядә туплана барачак, һәм ул тулаем акрынлап үзгәрәчәк. Дарвин бу процессны *табигый сайланыш*, яки *җайлашканракларның исән калуы* дип атый. Табигый сайланыш — эволюциянең этәргеч көче; организм яшәү шартларына никадәр яхшырак җайлашкан булса, аның яшәү өчен көрәштә коралы шулкадәр көчлерәк була, һәм бу корал аның исән калуга һәм нәсел калдыруга ышанычын көчәйтәчәк.

Дарвинның казанышы эволюциянең төп этәргеч көчләрен ачудан гыйбарәт. Ул организмнарның үзгәрүен, табигатьтән өстен көчләр катнашыннан тыш, табигать законнарына бәйләп аңлата. Ч. Дарвин эволюцияне төп өч факторга: организмнарның үзгәрүчәнлегенә, яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланышка нигезләнеп аңлата. Дарвин теориясен гади генә положениеләр рәвешендә тәгъбир итәргә мөмкин:

1. Организмнар үзгәрүчән. Бөтенләй охшаш ике кроликны, бүре, кәлтә яки бер төргә кергән башка хайван яисә үсемлекне табу мөмкин түгел.

2. Организмнар арасындагы аерымлыклар, өлешчә генә булса да, нәселдән-нәселгә күчә.

3. Теоретик яктан уңайлы шартларда теләсә нинди организмнар Җир шарын тутырырлык дәрәҗәдә үрчергә мөмкин, ләкин бу алай булмый, чөнки күп кенә затлар нәсел калдырырга өлгермичә үлә.

4. Файдалы үзлекләргә ия булган организмнарның исән калу мөмкинлеге башкалар белән чагыштырганда зуррак. Сакланып калганнар бу үзлекләрне үзенең нәселенә күчерә. Димәк, бу үзлекләр алдагы буыннарда ныгыйлар.

Күп кенә дин башлыклары Дарвин теориясен тәнкыйтьләсәләр дә, аның идеяләре шундый ышандырырлык нигезләнгән ки, күпчелек галимнәр аны хәзергә кадәр таныйлар. Табигый сайланыш юлы белән барган эволюция концепциясе Җирдәге барлык тереклек чагылышларын гармониягә китерә. Безнең гасырда Ч. Дарвинның эволюцион теориясе киңәйтелде һәм нәселдәнлекнең хромосомалар теориясе барлыкка килүе молекуляр-генетик тикше-

ренуләрнең үсүе аркасында конкретлаштырылды. Дарвин концепциясенә югарыда әйтелгән һәм башка биологик дисциплиналар казанышларын кертү хәзерге эволюцион теориянең барлыкка килүенә китерде.

Үзгәрүчәнлек. Табигый сайланыш. Ясалма сайланыш. Алгарышлы үзлекләр. Яшәү өчен көрәш.

?

1. Ж. Б. Ламарк төрләрнең күптөрлелеген һәм организмнарның конкрет тирәлек шартларына җайлашучанлыгын ничек аңлаткан?
2. Ч. Дарвин тәгълиматының төп положениеләре нидән гыйбарәт?
3. Дарвин үз теориясен нинди фактларга нигезләнеп раслаган?
4. Нинди фактлар яшәү өчен көрәш турында сүз алып барырга мөмкинлек бирә? Бу көрәш табигатьтә ничек чагыла?

7.2. Организмнарның үзгәрүчәнлеге

1. **Ген нәрсә ул? Организмнарның генотибы һәм фенотибы нәрсә ул?**
2. **Үзгәрүчәнлек нәрсә ул? Сезгә үзгәрүчәнлекнең нинди төрләре билгеле?**

Үзгәрүчәнлек дип организмнарның шул ук төрнең башка организмнарыннан аерып торган яңа билгеләр булдыру үзлеген атыйлар.

Үзгәрүчәнлек организмнарның барлык үзлекләренә: төзелеш билгеләренә, төсенә, физиологиясенә, үз-үзен тотышына һ. б. га кагыла. Хайваннарның бер парыннан туган яки бер җимешнең орлыкларыннан үскән токымнар арасында нәкъ бертөрле ике затны очрату мөмкин түгел. Үзгәрүчәнлекнең табигате төрле. Дарвин үзгәрүчәнлекнең төп ике формасын аера: нәселдән килмәгән һәм нәселдән килгән.

Нәселдән килмәгән үзгәрүчәнлек. Яшәү шартларының төрле булуы бер үк төр организмнары арасында кайбер

аерымлыкларны формалаштыра. Әйтик, яхшы туклану организмның тиз үсүенә, иртә җитлегүенә, зураюына китерергә мөмкин, һәм киресенчә. Аквариумда суны билгеле бер температурада тотып, балык тәненең төрле өлешләре арасында пропорцияне үзгәртергә мөмкин. Бер үк төр балыкларның уылдыкларыннан чыккан төрле маймычлар сулыкның төрле участокларында үсәләр, аларның тәннәренең зурлыгындагы, пропорцияләрендәге һәм күп кенә башка үзлекләрендәге аерымлыклар да шуннан килеп чыга.

Шунысы да билгеле: әгәр культуралы үсемлек сортларына махсус шартлар, ягъни аларны кеше китереп чыгаргандагы кебек шартлар тудырылмаса, алар үзләренең сыйфатларын югалталар. Мәсәлән, ак башлы кәбестәне эссе илләрдә үстергәндә, ул башланмый. Тауларга яки азыкның туклыклылыгы җитәрлек булмаган башка урыннарга күчерелгән ат токымнары тәбәнәкләнәләр. Бу үзгәрешләрнең берсе дә нәселдән килми, алар организмнарның генетик үзлекләренә кагылмый һәм нәселдән-нәселгә бирелми.

Яшәү шартлары үзгәрешләренә җавап буларак килеп чыккан үзгәрүчәнлек *нәселдән килмәгән үзгәрүчәнлек* дип атала. Нәселдән килмәгән үзгәрүчәнлек аркасында затлар үзгәреп торган яшәү шартларына ничектер җайлашалар.

Нәселдән килгән (генетик) үзгәрүчәнлек. Эволюцион процессның нигезендә *нәселдән килгән (генетик) үзгәрүчәнлек*, ягъни организмнарның үзлекләрендә килеп чыккан үзгәрешләр ата-анадан балага бирелә торган үзгәрүчәнлек ята. Нәселдән килгән үзгәрүчәнлек барлык организмнарга хас. Ул, тирәлек шартларыннан бигрәк, организмның үзенең үзенчәлекләре белән билгеләнә һәм табигый тигезсезлекне, организмнарның төрлелеген китереп чыгара. Аларның бер төрләре ерткычларга каршы яхшырак тора ала, икенчеләре авыруларга азрак бирешә, өченчеләре салкыннан яхшырак саклана, дүртенчеләре барлык әйтелгән һәм башка үзлекләрнең уңайлы комбинациясенә ия.

Нәселдән килгән үзгәрүчәнлекнең сәбәпләре Дарвин яшәгән заманда аз тикшерелгән була. Хәзерге вакытта нәселдән килгән үзгәрүчәнлекне *геннар* йөртүе билгеле. Нәселдән килгән үзгәрүчәнлек һәрдаим *мутацияләр* килеп чыгу һәм *генетик рекомбинация* (зигота барлыкка килгән вакытта, геннарның өзлексез алмашу процессы) белән саклана.

Сезгә билгеле булганча, генетиклар «генотип» һәм «фенотип» төшенчәләреннән файдаланалар. *Генотип* ул —

организмның геннар җыелмасы булып, аның үсеше үзенчәлекләрен билгели. *Фенотип* ул — организмның үзлекләре һәм билгеләре комплексы, ягъни конкрет яшәү шартларында аның генетик программасы гамәлгә ашу нәтиҗәсе. Фенотип — генотипка караганда эчтәлеге белән баерак төшенчә. Фенотипларның үзгәрүчәнлеге — нәселдән килгән һәм нәселдән килмәгән үзгәрүчәнлекне билгеләүче факторларның бергә тәэсир итү нәтиҗәсе. Генотиплар үзгәрүчәнлеге — мутацияләр һәм рекомбинацияләр нәтиҗәсе. «Фенотип» һәм «генотип» төшенчәләре аерым бер организмны характерлау өчен кулланыла.

Популяцияләр генофонды. Бөтен популяциянең генетик составы күрсәткече булып генофонд тора. *Генофонд* — популяциядәге барлык генотиплар суммасы. Популяциядә булган барлык геннарны һәм аллельләрне практик яктан исәпләү мөмкин булмаганлыктан, генофондның составы турында аерым геннарның аллельләре ешлыгының нисбәте буенча фикер йөртәләр. Аллельләр ешлыгы тиешле гены булган организмнарның гомуми сандагы өлеше белән билгеләнә.

Популяциянең генофонды даими рәвештә төрле факторлар йогынтысында үзгәрә. Беренчедән, бу — генотипларның үзгәрүчәнлегенә бәйле. Икенчедән, генофонд сайланыш йогынтысында үзгәрергә мөмкин; генофондның мондый үзгәрешләре юнәлешле характерда була.

Төрнең кайбер затларының исән калуга һәм нәсел бирүгә ышанычын арттыручы үзлекләргә ия булуы эволюциянең этәргеч көчләре турында Дарвин аңлатуларының төп идеясе булып тора. Әгәр бу шулай булса, андый организмнарның генетик үзлекләре («файдалы геннар, яки аллельләр»), популяциядә (бу үзлекләргә ия организмнар токымында) ныгып, аның генофонды составын үзгәртергә тиеш. Кырыс климат шартларында, мәсәлән, популяцияләрдә организмнарның тән җылысын саклау сәләтен арттырырга булышлык итүче аллельләре булган генотиплар өлеше артырга тиеш. Андый үзгәрешләр популяцияне конкрет тереклек шартларына җайлашканрак итә. Башка очракларда организмның исән калуын хайванның төсен кодлаучы геннар (затларның исән калуы өчен, маскировка факторы әһәмияткә ия булган очракта), яки билгеле бер төр ферментлар синтезы, яисә үз-үзен тоту характеры һ.б. билгели. Башкача әйткәндә, вакыт узу белән,

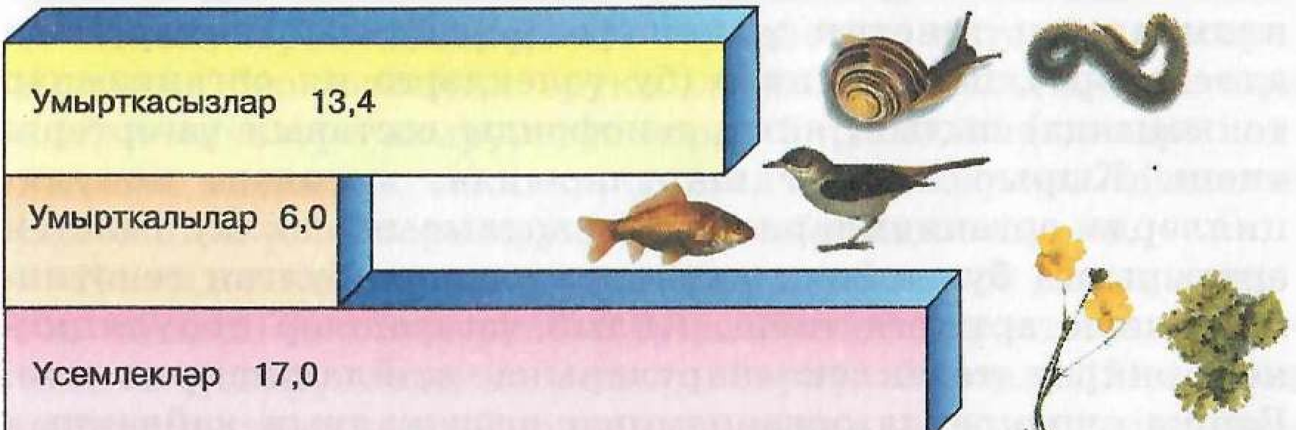
популяциянең генофонды табигый сайланыш нәтиҗәсендә үзгәрергә тиеш. Димәк, генофондның составын өйрәнү популяцияләрдә барган эволюцион үзгәрешләр турында нәтиҗә ясарга булышлык итә.

Хәзерге тикшеренүчеләр популяцияләрнең генофонды үзгәрешләрен махсус биохимик методлар ярдәмендә, мәсәлән, аксымнарда аминокислоталар эзлеклелеген яки ДНКда азотлы нигезләрнең эзлеклелеген анализлап күзәтә һәм үлчи алалар. Моның өчен беренчел структуралары үзләрен кодлаучы геннарның нуклеотидлар эзлеклелеге белән билгеләнгән аксымнарның составын өйрәнәләр.

Организмнарның төрле төркемнәрендә генофондның үзгәрүчәнлеге аерыла, ләкин, тулаем алганда, ул шактый югары (71 нче рәсем). Өстәвенә, 1926 елда рус галиме С. С. Четвериков ачыклавынча, мутацияләрнең күпчелеге рецессив була һәм фенотипик чагылыш тапмый.

Генофондның үзгәрүчәнлеген кешенең кан группалары мисалында күрсәтергә мөмкин. Аларның төрлелеге төрле геннар тәэсире белән билгеләнә. Кешедә канның, төп дүрт группасыннан тыш, тагын ким дигәндә 30 төрле шулай ук генетик яктан ныгыган группасы барлыгы ачыкланды. Моннан тыш, кеше каны һәм плазмасы күзәнәкләрендә аксымнарны кодлаучы 45 тән артык ген барлыгы билгеләнде.

Төрле илләрдә һәм континентларда яшәүче кешеләр популяцияләрендә төрле кан группасы йөртүчеләрнең нисбәте үзгәрә. Мәсәлән, кан аксымнарының составы популяциянең географик урынына бәйле булу закончалыгы ачыкланды. Америка индеецларының, мәсәлән, башлыча



71 нче рәсем. Организмнарның төрле төркемнәре популяцияләрендә генетик үзгәрүчәнлек. Саннар гетерозиготалар процентын күрсәтә. Җенси үрчегәндә, аллельләрнең бергә төрлечә туры килүе табигый сайланыш өчен материал бирә

нуленче группа кан. Америка һәм Австралиядә В кан группасы Европадан күчеп килгән кешеләр күренгәнчегә кадәр булмый. В кан группасының ешлыгы Европадан Үзәк Азиягә таба арта бара.

Кан группалары белән аерылып торган кешеләрнең кайбер авыруларга төрлечә бирешүчәнлекләрен исәпкә алып, кеше популяцияләренең генетик составындагы аерымлыклар адаптив әһәмияткә ия булуын, ягъни табигый сайланыш белән контрольдә торуын әйтергә мөмкин.

Нәселдән килмәгән үзгәрүчәнлек. Нәселдән килгән үзгәрүчәнлек. Генофонд. Генотип. Фенотип.

?

1. Организмнарның үзгәрүчәнлеге нәрсә ул?
2. Үзгәрүчәнлекнең сез нинди төрләрен беләсез?
3. Популяциянең нәселдән килгән үзгәрүчәнлеге нәрсә ул? Ни өчен популяциянең генофонды вакыт эчендә үзгәрә?
4. Нинди фактлар генофонд үзгәрешләренең җайлашулы (адаптив) характерда булуын дәлилли?

7.3. Популяцияләрдә генетик тигезләнеш һәм аның бозылулары

1. Нинди геннар рецессив дип, ә нindиләре доминант дип атала?
2. Нәрсә ул гомо- һәм гетерозигота? Рецессив һәм доминант аллельләр ничек беленәләр?

Генофондның юнәлешле үзгәрешләре популяцияләрдә сайланыш баруы һәм аңа бәйле рәвештә эволюцион үзгәрешләр күзәтелүе турында дәлилле дип тулы ышаныч белән раслап буламы? Бу сорауга җавап бирү өчен, генофондның үзгәрешләрен нинди факторлар билгеләвен

һәм төрле шартларда аларның ничек баруын белергә кирәк.

Популяцияләрнең генетик үзгәрүчәнлегенә китерүче факторлар Дарвин һәм аның замандашлары өчен табышмак була. Озак вакыт галимнәр сирәк сыйфатламаларның саклануына һәм бер генерациядән икенчесенә күчә баруына нинди механизмнар ярдәм итүен белмиләр. Доминант аллельләр ни өчен популяциядән рецессив аллельләрне, бигрәк тә сирәкләрен, кысрыклап чыгармавы билгеле булмый. Ни өчен кайбер илләрдә, мәсәлән, зәңгәр күзле кешеләр (ягъни рецессив аллель буенча гомозиготалы затлар) күп һәм аларның саны вакыт узу белән кимеми. Бу һәм башка сорауларга озак вакыт башта индивидуаль геннар тәэсире чагылышын гына өйрәнеп килгән генетика да җавап бирә алмый.

Генетика һәм эволюцион тикшеренүләр арасындагы уңкынны XX гасырның 20 нче елларына гына, *популяцион генетика* барлыкка килгәч, популяциядә аллельләрнең үз-үзләрен тотышын, популяция чикләрендә аллельләрнең нисбәтен үзгәртүче механизмнарның асылын һәм популяциядә эволюцион үзгәрешләрнең ничек баруын аңлатучы теория формалаша башлагач кына бетерүгә ирешелә.

Генетик тигезләнеш. Күрәсең, генофонд үзгәрешләре буйсына торган закончалыкларны ачыклау өчен, төрле шартларда аллельләр ешлыгы белән нәрсә булуын белергә кирәктер. Башта идеаль шартларда: сайланыш бармаганда, популяция аерымланганда, ә кушылганда затларның сайлануы очраклы булганда, бу ешлыклар ничек үзгәрәчәк дигән сорауга җавап бирергә кирәк. Андый популяцияләр генофонды даими сакланамы, әллә ул үзгәрәме?

Беренче генетиклар, вакыт узу белән, доминант фенотипларның (шуларга туры килгән аллельләрнең) ешлыклары арта барырга тиеш дип интуитив чамалаганнар. Ләкин соңрак математик методлар ярдәмендә шунысы ачыклана: аерымланып яшәүче популяцияләрдә табигый сайланыш басымы йомшак булган шартларда *генетик тигезләнеш* урнаша, ягъни төрле геннарның аллельләре ешлыгының даимилеге күзәтелә.

Генетик тигезләнеш бозылуның сәбәпләре. Ләкин кайбер очракларда генетик тигезләнеш бозылырга мөмкин. Андый бозылуларның сәбәбе һич тә сайланыш булмаска,

ә башка механизмнар булырга мөмкин. Аларның иң киң таралганнарының кайберләрен карап үтик.

Генетик тигезләнеш бозылуның беренче сәбәбе — хайваннарның кайбер төрләре кушылганда, парларның берберсен очраклы гына сайламавы. Билгеле бер билгеләргә ия затлар үзләренә шундый ук билгеләре булган парны сайлыйлар, мәсәлән, үрчү чорында үзләренә охшаш төсләләрне пар итеп эзләүче кыр казларында бу шулай була. Төрле төсле затларның сан ягыннан нисбәтенә бәйле рәвештә каурый төсен билгеләүче геннарның аллельләре нисбәте дә үзгәрергә мөмкин булуы аермачык.

Икенче сәбәп кайбер геннарның югалуы белән бәйле. Андый югалту очраклы рәвештә, мәсәлән, сирәк геннарны йөртүче затларның үлеме аркасында булырга мөмкин. Популяция сан ягыннан кечкенәрәк булган саен, аның генофондына очраклы факторлар зуррак йогынты ясый.

Әгәр көтмәгәндә килеп чыкканниндидер бер табигый яки ясалма киртә (мәсәлән, елгада тереклек итүче чабак балык популяциясен икегә аерган плотина) популяцияне тигез булмаган ике өлешкә бүлгән дип күз алдына китерсәк, ул чакта аз санлы затлардан башлангыч алган популяция генофонды шулай ук очраклы сәбәпләр аркасында составы буенча элеккесеннән аерылып торырга мөмкин. Бу — генофондта яңа популяциянең аз сандагы нигез салучылары арасына очраклы гына кереп киткән генотиплар була. Элекке популяциянең сирәк аллельләре яңада гадәти булып китәргә мөмкин, һәм киресенчә.

Ниһаять, булып узган һәлакәттән соң (су басу, корылык яки башка уңайсыз климатик күренешләрдән соң), популяция затларының бик аз өлеше генә исән калганда да, популяция сан ягыннан элекке хәленә кайтканда, аның генофонд составы сизелерлек үзгәрергә мөмкин. Исән калган затларның геннар җыелмасы элек яшәгәннәрдән берникадәр аерылырга мөмкин. Кайбер бөҗәкләр шуның мисалы булып тора. Аларның аз саны гына кышлап чыга. Менә шуларның генофонды бер ел элек яшәгән популяция генофондыннан аермалы булып чыккан яңа, җәйге популяциягә башлангыч бирә.

Күренгәнчә, генофондның без тикшереп үткән үзгәрешләренең яки аның тигезләнеше бозылуның сәбәбе сайланыш кына түгел, ә бәлки башка факторлар да булырга мөмкин.

Шул ук вакытта тикшерелгән очракларда генофондның үзгәрүләре очраклы, *юнәлешсез* характерда була. Шуңа күрә аларны эволюцион дип исәпләп булмый.

Табигый сайланыштан килеп чыккан тигезләнеш бозылулары. Табигый сайланыш генофондның *юнәлешле* үзгәрешләренә, мәсәлән, бертөрле геннарның ешлыгы артуына, ә икенчеләренең кимүенә китерә. Табигый сайланыш аркасында популяцияләрдә файдалы геннар, ягъни әлеге тирәлек шартларында исән калу өчен уңайлылары ныгып кала. Андый геннарның өлеше арта, һәм генофондның гомуми составы үзгәрә. Табигый сайланыш йогынтысында генофонд үзгәрү организмнарның тышкы төзелеше, үзүзләрен тотышы һәм яшәү рәвеше үзгәрешләренә, ә ахыр чиктә популяциянең тышкы тирәлек шартларына яхшырак җайлашуына китерергә тиеш.

Әгәр, әйтик, бер төр күбәләкләрнең популяциясе составы һәм төсе белән бу төр өчен гадәти булмаган үсемлекләр үсә торган участокны сайласа, ул чакта аның генофондында гусеницаларның ачык һәм караңгы төсләрен билгеләүче геннар нисбәтендә үзгәрешләр булачак. Затларның морфологик үзгәрешләре күзәтеләчәк, һәм алар үз-үзләрен тотышындагы һәм яшәү рәвешендәге үзгәрешләр белән бергә барырга мөмкин. Яшәү тирәлегенең бу төр өчен гадәти булмаган участогын үзләштергән популяция эволюцион үзгәрешләр кичерәчәк.

Популяцияләрнең эволюцион үзгәрешләре һәрвакыт генофондның табигый сайланыш тәэсирендә барган юнәлешле үзгәрешләре белән бергә була.

Популяцион генетика.
Генетик тигезләнеш.

?

1. Генофондның нинди үзгәрешләре популяциядә барган эволюцион үзгәрешләр турында нәтиҗә ясарга мөмкинлек бирә?
2. Генетик тигезләнеш нәрсә ул? Ул нинди шартларда булырга мөмкин?
3. Табигый сайланыш бармаган шартларда генетик тигезләнеш бозылуның сәбәбе булып нинди факторлар тора?

7.4. Яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш

1. Мендель законнарының асылы нәрсәдә?
2. Дарвин эволюцион тәгълиматының төп положениеләрен әйтегез.

Геннар, хромосомалар һәм нәселдәнлек механизмнары турында бүгенге белемнәр яктылыгында эволюция турында Дарвин положениеләрен түбәндәгечә язарга мөмкин:

1) фенотипларның үзгәрүчәнлеге организмнарның исән калуына һәм уңышлы үрчүенә йогынты ясый;

2) фенотипларның үзгәрүчәнлеге нәселдән-нәселгә күчә, һич югында өлешчә;

3) организмнарның уңышлы үрчүенә булышлык итүче билгеләр, вакыт узу белән, популяция генофондында ныгый бара.

Ни өчен популяцияләрнең эволюцион үзгәрешләре генофондның юнәлешле үзгәреше белән бергә була? Популяциядә килеп чыккан яңа, җайлашканрак генотиплар, элеккеләрен кысрыкламыйча, алар белән бергә тыныч яшәгән очракны күз алдына китереп булмыймы?

Бу сорауга җавап бирү өчен, барлык тереклек ияләренә реаль шартларда сакланып калуга караганда күбрәк нәсел калдыру сәләте хас булуын искә төшерик. Ана аскарида, мәсәлән, тәүлеккә 200 мең күкәй сала, соры күсе елына 5 буын бирә (өч айдан җенси яктан җитлеккән уртача 8 әр күсе баласы), ә бер күке яше җимешендә кимендә 186 000 орлык өлгерә!

Популяциядәге затларның саны һәм булган яшәү ресурслары арасындагы аерма яшәү өчен көрәшкә китерә. «Яшәү өчен көрәш» дигәннән турыдан-туры бәрелешү түгел, ә организмнарның бер төр эчендә, төрле төрләр арасында һәм терек булмаган табигать белән катлаулы һәм күп төрле мөнәсәбәтләре аңлашыла. Мондый көрәшнең бүләге — яшәү һәм аның буыннан-буынга дәвам итү мөмкинлеге. Җиңүчеләр булып аларны бирелгән яшәү шартларына җайлашканрак иткән үзлекләргә ия булганнары чыга.

Яшәү өчен көрәш формалары. Дарвин яшәү өчен көрәшнең өч формасын аерып күрсәтә: төр эчендәге, төрара һәм терек булмаган табигатьнең уңайсыз шартлары белән көрәш. Аларның иң киеренкесе — *төр эчендәге көрәш*. Төр эчендәге көрәшнең ачык мисалы — ылыслы урманның бер үк яшьтәге агачлары арасындагы көрәш. Иң биек агачлар үзләренең киң җәелгән ябалдашлары белән кояш нурларының төп массасын тоталар, ә көчле тамыр системасы туфрактан суда эрегән минераль матдәләрне янәшәдә үскән көчсезрәкләргә зыян китереп йоталар. Төр эчендәге көрәш, популяциянең тыгызлыгы артканда, мәсәлән, кайбер төр кошлар (акчарлакның күп төрләре, давыл хәбәрчеләре) бала күп чыгарганда, аеруча кискенләшә: көчлерәкләр ояларыннан көчсезрәкләрне этеп төшерәләр һәм аларны ерткычлардан яки ачлыктан үлемгә дучар итәләр.

Төрара көрәш төрле төрләр популяцияләре арасында күзәтелә. Ул бер үк төр табигать ресурслары өчен көрәш формасында яки бер төрне икенчесе берьяклы гына файдалану рәвешендә чагыла. Ресурсларның охшаш төрләре өчен көрәш мисалын кеше торагы тирәсендәге урын өчен көрәшүче соры һәм кара күсе арасындагы үзара мөнәсәбәттә күрергә мөмкин. Көчлерәк һәм агрессиврак соры күсе, вакыт узу белән, кара күсене кысрыклый, соңгысы хәзерге вакытта урман районнарында яки чүлләрдә генә очрый. Австралиядә Европадан китерелгән гади бал корты җирле энәсез кечкенә бал кортын кысрыклап чыгара.

Башка төр көрәшнең мисалы — ерткыч белән корбан арасындагы үзара мөнәсәбәтләр: бу — кошлар һәм бөҗәкләр, балыклар һәм вак кыслачыклар, арыслан һәм антилопалар һ.б. арасындагы көрәш. Тик шушы очракларда гына яшәү өчен көрәш турыдан-туры бәрелешүдә чагыла: ерткычлар табыш өчен бугазлашалар яки ерткыч хайван үзенең корбаны белән сугыша. Мондый мөнәсәбәтләрнең күренеп торган нәтиҗәсе булып ерткычның да, корбанның да ярашулы эволюцион үзгәрешләре тора: ерткычның камилләшкән һөҗүм итү (корбанына ташлану) чаралары — казык тешләр, тырнаклар, елгырлык, сагалап тору; корбанның да саклану формалары ерткычларныкыннан әллә ни калышмый: төрле чәнечкеләр-энәләр һәм панцирьлар, саклагыч төс, сакчы билгеләү һәм җайлашуның башка төрләре.

Яшәү өчен көрәшнең өченче формасы — *уңайсыз физик шартлар белән көрәш* — шулай ук организмнарның

эволюцион үзгәрешләрендә зур роль уйный. Кайбер үсемлекләрнең, мәсәлән җиргә ятып үсә торган мендәр-үсемлекләрнең, төзелешендәге үзенчәлекләр төньякның яки биек тауларның кырыс шартларында тереклек итүләрен ачык күрсәтә. Чүл үсемлекләре турында алар «корылык белән көрәшә» диләр.

Абиотик факторлар организмнар эволюциясенә үзеннән-үзе генә сизелерлек йогынты ясап калмый: аларның йогынтысыннан төр эчендәге һәм тәрара мөнәсәбәтләр көчәергә яки йомшарырга мөмкин. Территория, җылылык яки яктылык җитмәгәндә, төр эчендәге көрәш кискенләшергә яки, киресенчә, яшәү өчен кирәкле ресурслар артык булганда йомшарырга мөмкин. Җылы елларда зоопланктон нык үсеш алганда, алабуга балыгы суда йөзеп йөрүче кыслачыкларны актив ашый; салкын, аз продуктив елларда азыкның җитмәве балыкларны үз маймычлары белән тукланырга мәҗбүр итә.

Табигый сайланыш. Табигатьтә сайланыш яшәү өчен көрәш процессында бара. Бу төшенчәләр аерылгысыз бәйләнгән.

Икенче яктан караганда, табигый сайланыш популяциядә затлар үрчү нәтиҗәлелеге белән, ягъни сакланып калырга һәм үзеннән соң токым калдырырга сәләтлелеге белән аерылып торганда гына бара. Шулай итеп, табигый сайланыш та организмнарның үзгәрүчәнлеге белән тыгыз бәйләнгән.

Табигый сайланыш популяциянең составына йогынты ясый: азрак җайлашкан генотипларны һәм индивидуумнарны «чүпләп», ул популяцияне тышкы тирәлек шартларына җайлашканрак итә. Алгарышлы үзлекләргә ия индивидуумнар үзләреннән соңгы буыннарның генетик составына зур йогынты ясый.

Мәсәлән, Арктика куянының ап-ак төсе кар фонында аны төлке, ак төлке яки башка ерткычларга бөтенләй диярлек күренмәс итә (72 нче рәсем). Мондый төс җәнлеккә исән калырга һәм үрчергә булыша. Мехның төсен контрольдә тотучы һәм аның ак төсен билгеләүче геннарның аллельләре, тулаем алганда, популяциянең җайлашучанлыгын күтәрә, шуңа күрә генофондта аларның өлеше артырга тиеш.

Табигый сайланышны табигатьтә күзәтергә мөмкин, ләкин аның эксперименталь дәлилләре дә табылуы ихтимал.

72 нче рәсем.
Арктика куяны

Урман читендә такталарга бөҗәкләрнең 200 төрен таратып салганнар. Кошлар аларның кисәткеч төсе булмаганнарын гына чүпләгән.

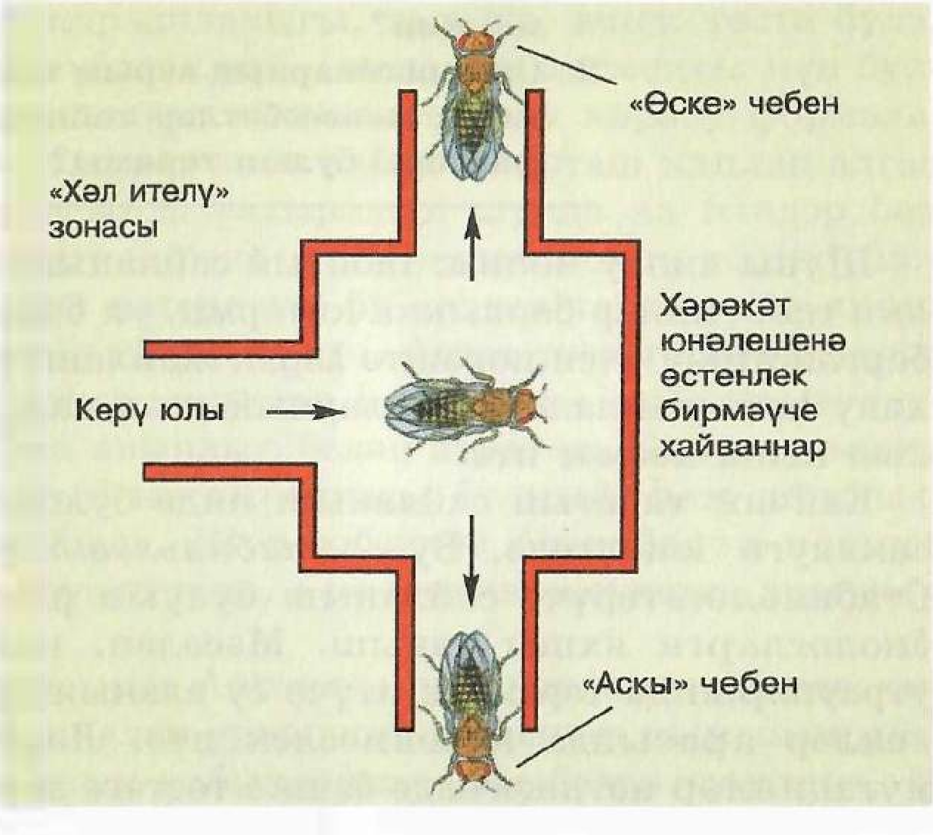
Ә менә ясалма мимикрия (грекча mimikos — охшатырга тырышу) буенча тәҗрибәләр. Кошлар тәме булмаган буяу — кармин белән буялган май коңгызлары личинкаларын теләп чүпләгәннәр. Шундый личинкаларның бер өлешен хинин яисә башка тәмсез матдә белән катнашкан буяуга буяганнар. Бу личинкаларны татып караганнан соң, кошлар барлык буялган коңгызларны чүпләүдән туктаганнар.

Табигый сайланышның баруы фенотипларның популяцияләр генофондларына йогынты ясый башлавына китерә. Моны раслау өчен, бер мисал тикшерик. Табигатьтә үзләре яраткан азыкны я агач башларында, яисә туфрак өстендә табучы җимеш чебеннәре бар. Табигый сайланыш бары тик я аска, я өскә очучы бөҗәкләрне генә сайлап ала аламы? Галимнәр популяцияләрнең генетик составына сайланышның йогынтысын күрсәткән һәм үз-үзен тоту инстинктларының генетик контроле турында фаразлауны тикшерергә мөмкинлек бирүче кызыклы тәҗрибә куялар.

Җимеш чебеннәрен күп санлы камералардан торган лабиринтка урнаштыралар (73 нче рәсем), аларның һәрберсендә ике юл — өскә һәм аска чыгу юллары була. Бер камераны үтеп, бөҗәк икенчесенә очып керә, анда шулай ук нинди юнәлештә очарга кирәклеген «хәл итәргә» кирәк була. Һәр чебен өскә яки аска хәрәкәтләнергә икәнен 14 тапкыр «хәл итә» ала. Кире юнәлештә очу юлы махсус

клапаннар белән ябылган була. Өскә генә очучы чебеннәр ахыр чиктә лабиринттан өске чыгу юлына эләгәләр. Аларны алга таба файдалану өчен сайлап алалар. Аска очучы чебеннәр лабиринттан аскы чыгу юлында калалар, аларны да сайлап алалар. Чыга алмыйча, лабиринт камераларында калган бөҗәкләрне, ягъни билгеле бер хәрәкәт стереотибы булмаганнарны җыеп алалар һәм аларны тәҗрибәдә башка файдаланмыйлар. «Өске» һәм «аскы» чебеннәрне бер-берсеннән аерым тоталар һәм үрчетәләр. Акрынлап барлык затлары үз-үзен тотуның билгеле бер стереотибына (өскә яки аска хәрәкәтләнү сәләтенә) ия булган популяцияләр булдыруга ирешәләр. Бу нәтиҗә нинди дә булса «яңа» геннар барлыкка килү белән бәйле булмый, болар барысы да әлегә кадәр популяциядә күзәтелеп килгән фенотиплар үзгәрүчәнлегенә (бу очракта чебеннәрнең үз-үзләрен тоту характеры үзгәрүчәнлегенә) йогынты ясаган табигый сайланыш аркасында килеп чыга.

Әгәр табигый сайланыш стрессын бетерсәң нәрсә булыр? Бу сорауга җавап бирү өчен, экспериментаторлар «өске» һәм «аскы» ярус чебеннәрен бергә кушып үрчетәләр. Тиздән популяциядә аллельләрнең башлангыч балансы торгызыла: затларның бер өлеше өскә, икенче өлеше аска хәрәкәтләнә, калганнары хәрәкәт итү юнәлешенең берсенә дә өстенлек бирми.



73 нче рәсем. Җимеш чебеннәре белән үткәрелгән тәҗрибә схемасы

Бу тәҗрибә популяциядә эволюцион үзгәрешләр өчен мөмкинлекнең һәрвакыт булуын күрсәтә. Билгеле бер вакытка кадәр алар организмнарның үзгәрүчәнлегендә генә күренәләр. Ә инде сайланыш үзенең эшен күрсәтә башлауга, популяция моңа адаптив үзгәрешләр белән җавап бирә.

Яшәү өчен көрәш. Табигый сайланыш. Җайлашучанлык.

?

1. Табигый сайланышның эше нәрсәдән гыйбарәт?
2. Сайланышның баруын эксперименталь рәвештә раслап буламы?
3. Яшәү өчен көрәш нәрсәдән башлана?
4. Яшәү өчен көрәшнең сез нинди формаларын беләсез?

7.5. Табигый сайланышның формалары

1. Тышкы тирәлекнең нинди факторлары табигатьтә организмнар сайланышына китерергә мөмкин?
2. Организмнарның аерым төрләре арасындагы үзара мөнәсәбәтләр табигый сайланышның факторы булып торамы?

Шуны аңлау мөһим: табигый сайланыш яңа фенотиплар яки генотиплар барлыкка китерми, ул бары тик туктаусыз барган яшәү өчен көрәштә азрак җайлашканнарның төшеп калу һәм җайлашканракларның исән калу механизмы булып кына хезмәт итә.

Кайчак табигый сайланыш инде булган фенотипларны саклауга юнәлтелә. Бу — *стабильләштерүче сайланыш.* Стабильләштерүче сайланыш булуын раслаган мисаллар биологларга яхшы таныш. Мәсәлән, кайбер күлләрнең утрауларында тереклек итүче су еланының төсе аны үсемлекләр арасында күренмәслек итә. Ләкин вакыт-вакыт мутацияләр нәтиҗәсендә башка төстәге затлар күренә баш-

лый. Бу яңа төс нәселдән-нәселгә күчә. Шуңа карамастан мутантлар саны артмый: су үсемлекләре фонында яхшы күреп алган ерткыч кошлар аларны юк итә бара. Димәк, аларның бик сирәге генә җенси өлгерүгә кадәр яши һәм токым калдыра.

Стабильләштерүче сайланыш — яшәү шартлары озак вакыт дәвамында даими торган урыннарда, мәсәлән төньяк киңлекләрдә һәм океан төбендә, гадәти күренеш. Анда уннарча һәм йөзләрчә миллион еллар берниндди сизелерлек үзгәрешләр булмый, ә организмнар инде бу тирәлектә яшәргә шактый җайлаша. Стабильләштерүче сайланыш үзгәрүчәнрәк урыннарда — тау болыннарында, сусыз ком калкулыкларында (дюналарда) да бара: биредә шартлар океан төбендәгегә караганда тизрәк үзгәрә, ләкин шуңа да карамастан аерым буыннарның гомере белән чагыштырганда шактый озак вакыт даими булып кала.

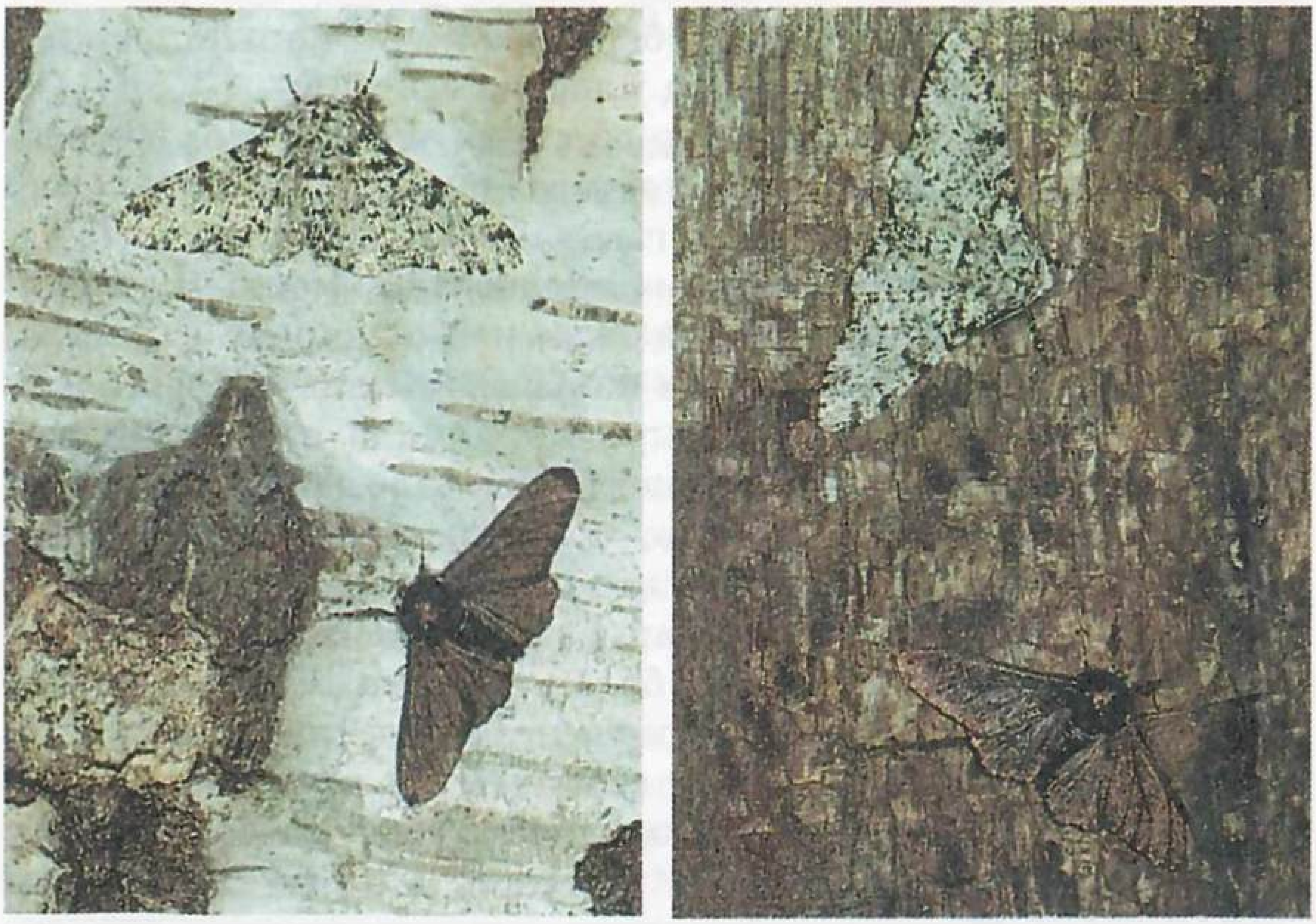
Табигый сайланышның икенче формасы — *этәргеч сайланыш*. Стабильләштерүче сайланышның капма-каршысы буларак, бу форма фенотиплар үзгәрүенә булышлык итә. Этәргеч сайланышның йогынтысы тышкы шартларның көтелмәгән һәм нык үзгәрүенә җавап рәвешендә үзен бик тиз сиздерә. Күбәләкләрнең бер төре (каен карышлавыгы) белән булган очрак — шуның классик мисалы.

XVIII гасырда күбәләкләр җыючы инглиз коллекционерлары бу төрнең карасу төстәге вәкилләрен бик сирәк очраталар; каен карышлавыгы, гадәттә, ачык төстә була. Карасу канатлы күбәләкләр — меланин пигменты күп булган затлар. Карышлавыкның гадәти һәм карасу формалары икесе дә вакытларын каен кабыгын тоташ каплап алган лишайниклар арасында уздыралар: шунда ял итәләр һәм тукланалар. Әйтергә кирәк, әлеге төрнең гадәти төстәге затлары лишайникны хәтерләтә, бу аларга табигатьтә яхшы маскировка өчен булышлык итә. Ачык төстәге күбәләкләр агачларда утырганда, кошлар һәм башка күбәләк аулаучылар аларны бик авырлык белән аералар. Карасу төстәге күбәләкнең табигый маскировкасы булмый, һәм шунлыктан ул җиңел табыла. Шул сәбәптән бу күбәләк кошлар өчен тиз табыш булып тора, ә коллекционерларга аны табу ансат булмый.

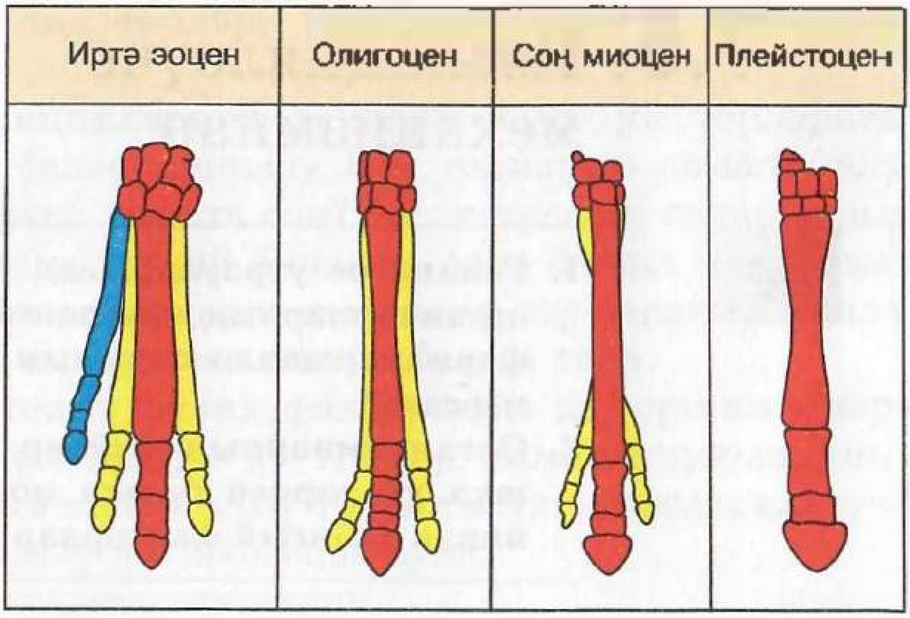
XIX гасыр уртасында Англиядә промышленность революциясе була. Фабрикалар урнашкан районнар нык пычрана. Күп кенә агачларның кабыклары сөрем белән каплана, бу

аеручa фабрика һәм завод тирәсендә көчле була. Бер үк вакытта әлеге районнарда карасу карышлавыклар саны арта, ачык төстәге күбәләкләр сизелерлек кими башлый (74 нче рәсем). Галимнәр карышлавык популяцияләренең составы үзгәрүе, ничек кенә булмасын, әйләнә-тирәдәге үзгәрешләр белән бәйле табигый сайланыш нәтиҗәсе була дигән фикергә киләләр. Натуралистларның берсе фабрикадан ерак урманга бертигез санда карасу һәм ачык төстәге күбәләкләрне җибәреп сынап карый. Күзәтүләр барышында ул карасу күбәләкләрне кошлар чүпләп бетерүен ачыклый. Шушы ук тәҗрибәне индустриаль шәһәр читендә үткәреп, галим капма-каршы күренешкә тап була: пычранган шартларда ачык төстәге затлар тизрәк юкка чыгалар. Нәтиҗәдә Британия инженерлары шәһәрләр тирәсендә һавага төтен һәм сөрем чыгаруны киметүгә ирешәләр. Бу — популяция составы, карасу һәм ачык төстәге затларның башлангыч нисбәте кабат үз хәленә кайтуына китерә.

Башка мисал кайбер төр озынборыннарның инсектицидлар (агулар) тәэсиренә чыдамлыгы үзгәрүне өйрәнүгә бәйләнгән. Сайланыш бөҗәкләрнең күп төрләренә агуга



74 нче рәсем. Карасу һәм ачык төстәге карышлавыклар төрле субстратларда. Каен кабыгында карасу карышлавыклар яхшы күренә, ә кара фонда аларны аеру читен



75 нче рәсем.
Ат аягының эволюциясе

бирешмәскә булышлык итә. Кайбер төр озынборыннарның, мәсәлән, агуның аз дозалары тәэсирен блокадалый торган ферментлар ясалуын кодлаучы гены була. Инсектицидлар кулланыла торган урыннарда күпчелек озынборыннар үлә, ләкин әлеге ферментны икеләтә тизлек белән эшләп чыгарырга сәләтлеләре берән-сәрән генә исән кала. Нәкъ менә шулары агуга практик яктан чыдам затлардан торган яңа популяциягә башлангыч бирә.

Без этәргеч сайланыш тәэсире бик тиз — берничә дистә ел дәвамында гына — организмнарның яшәү шартлары кискен үзгәрүгә җавап буларак чагылган мисалларны тикшердек. Ләкин күпчелек очракта сайланыш процессы акрын бара. Аның белән бәйле популяцион үзгәрешләр дә шулай ук озак уза. Шул рәвешле, сайланышның тәэсире казылма формаларны өйрәнү процессында акрынлап һәм һәрвакытта да үзен ачык сиздермәгән үзгәрешләр формасында гына күренергә мөмкин. Андый үзгәрешләрнең классик мисалын ат аягының эволюциясен чагылдырган картина бирә (75 нче рәсем).

Стабильләштерүче сайланыш. Этәргеч сайланыш.

?

1. Стабильләштерүче сайланыш нәрсә ул? Аның тәэсире нинди шартларда аеруча ачык күренә?
2. Этәргеч сайланыш нәрсә ул? Аның тәэсиренә мисаллар китерегез. Сайланышның бу формасы нинди шартларда бара?

7.6. Изоляциялəүче механизмнар

1. Галапагос утрауларында Ч. Дарвин күргəн организмнарның материктагы якын ырудаш формаларыннан аерылып торуының сəбəбе нəрсəдə?

2. Организмнарның кайбер популяциялəрен шул ук төрнең башка популяциялəреннəн нинди табигый факторлар изоляцияли?

Дарвин бер төр популяциялəре арасында аерымлыкларның төрле яшəү шартларына *адаптация* (җайлашу) формасында чагылыш табуын күрə. Хəзерге белемнəр яктылыгында бу — популяциялəрдəге затларның аларны берберсеннəн аерып торган һəм теге яки бу урындагы шартларга организмнарның яхшырак җайлашуын тəэмин иткəн кайбер генетик ныгыган үзлеклəре формалашуын аңлата. Менə бер мисал. Атлантика сельденең популяциялəре океанның төрле районнарында елның төрле вакытында үрчи. Сельдь маймычларының исəн калуы өчен кирəкле шарт булып уылдыктан личинкалар чыгу һəм аларның төп азыгы булган вак фитопланктон үсешенең сроклары туры килү тора. Урынның нинди киңлектə урнашуына бəйле рəвештə, фитопланктонның иң көчле үсеше язын, җəен, көзен яки кышын күзəтелə. Шуңа яраштлы рəвештə сельдьлəрне язын, җəен, көзен һəм кышын уылдык чəчə торганнарга аералар, аларның популяциялəре аерымланып яшилəр, бераз тышкы аерымлыклары булса да, бер үк төргə керəлəр һəм, кушылып, үрчемле токым бирə алалар.

Популяциялəр арасындагы аерымлыклар аларның *репродуктив изоляциясенə,* төрле популяциядəн булган затларның бер-берсе белəн ирекле кушыла алу сəлəте югалуына китерə аламы?

Төрле утрауларда яшəүче популяциялəр бер-берсеннəн аерымланган, һəм аларның затлары практик яктан аралаша алмый. Мондый чын географик изоляция шартларында төзелешлəрендəге яки үз-үзлəрен тотышларындагы аерымлыклар акрынлап туплана, һəм бу — хайваннар яки

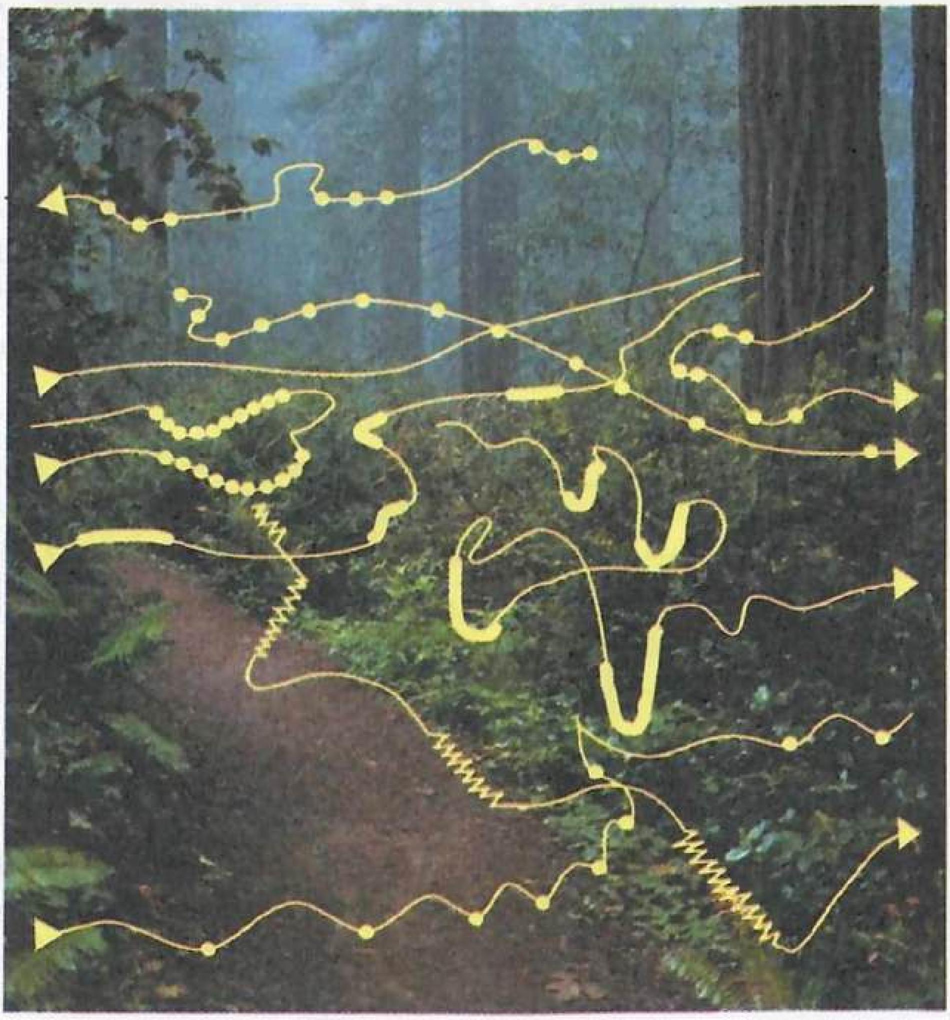
үсемлекләрнең яңа төрләре барлыкка килүгә китерергә мөмкин.

Төрле популяцияләрнең затлары шул ук төрләрнең башка затлары белән кушылу һәм геннарын алмаша алу мөмкинлеген ничек югалта соң? Бу географик яктан аерылу аркасында гына шулай буламы, әллә башка механизмнар бармы? Әлеге сорауларга җаваплар төр барлыкка килү механизмнарын аңлау өчен ачкыч булып тора.

Яшәү тирәлегенең физик факторлары да, организмнарның биологик үзлекләре дә геннар алмашынуның чикләнүенә китерергә мөмкин. Бу төрле типтагы *изоляцияләүче механизмнар* эшләү нәтиҗәсендә була.

Кайбер мисалларны тикшерик.

Гавай утрауларында тыштан бик охшаш җимеш чебеннәренең ике төре яши. Ике төр дә бер үк урыннарда яши һәм бер үк агачсыл үсемлекләр согы белән туклана. Аларның бер төре агачның өске ярусларында кәүсәләр һәм ботаклардан аккан сок белән, шул ук вакытта икенчесе урман түшәлмәсендә җыелган сок белән туклана. Бу төрләр пространствода аралашып яшәмәгәнлектән, алар арасында



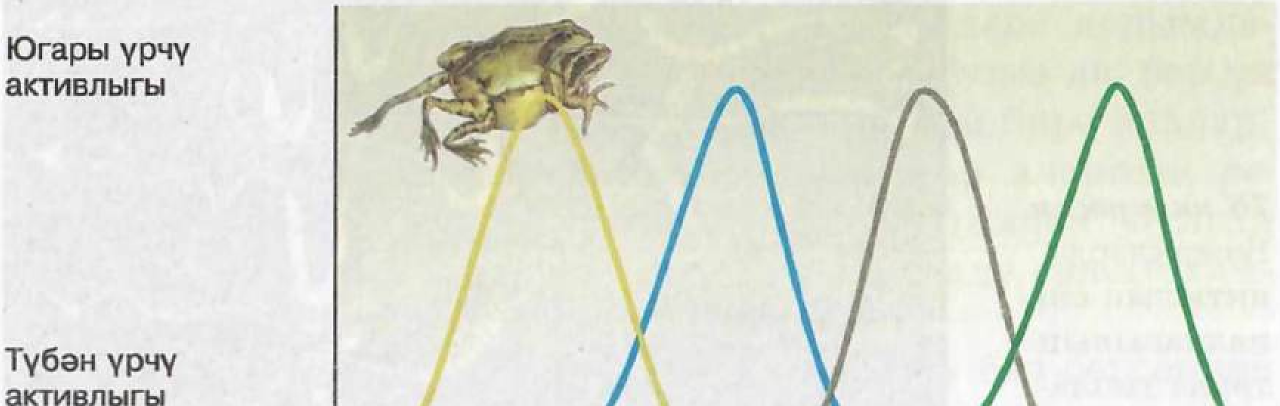
76 нчы рәсем. Бөҗәкләрдә яктылык сигналларының төрле типлары — үз-үзен тоту изоляциясе механизмнарының мисалы

беркайчан да кушылу булмый. Бу мисал популяцияләр арасында генетик аерымлыклар төрле *экологик специальләшү* нәтиҗәсендә килеп чыгарга мөмкин булуын күрсәтә.

Үз-үзен тоту изоляциясенең кызыклы мисалын утлы коңгызларның төрле төрләре күрсәтә. Бергә тереклек итүче төрләрнең һәрберсе өчен билгеле бер яктылык траекториясе һәм алар чыгарган яктылык сигналлары үзенчәлекле. Траекторияләр зигзагсыман, туры яки элмәк формасында, ә яктылык пульсацияләре тотрыклы ут шәүләсе рәвешендә кыска яки озын булырга мөмкин (76 нчы рәсем). Затлар кушылганда бер-берсен яктылык сигналының тибына ориентлашып сайлыйлар. Бу мисал популяцияләрнең үзара аерымлануы (изоляцияләнүе) билгеле бер типтагы гадәт формалашу — теге яки бу типтагы сигналларга гына рефлектор реакция барлыкка килү аша ныгый алуын күрсәтә.

Кайбер үсемлек төрләренең, мәсәлән орхидеяның, чәчәк серкәсен билгеле бер төр хайваннар гына тарата, аларның үзләрен инстинктив тотышлары үз төренең затлары арасында гына геннар алмашу булачагының ышанычы булып тора.

Тышкы аталану булган хайваннарда изоляцияләүче механизмнар молекуляр дәрәҗәдә эшли. Диңгез йолдызларының һәм кайбер төр моллюскларның изоляцияләүче фактор ролен сперма һәм күкәй күзәнәкне бәйләүче махсус аксым молекулалары төзелешендәге аерымлыклар уйный. Күкәй күзәнәкләр өслегендәге бу молекулалар «үз» төре сперматозоидларына гына җавап бирә, бу исә төрле төрләрнең җенес продуктлары кушылу мөмкинлеген бул-



77 нче рәсем. Үрчү срокларында туры килмәүчелек — изоляцияләүче механизм мисалы

дырмый. Эчке аталану булган хайваннарда бу рольне җенес органнары төзелешендәге аерымлыклар үти.

Ниһаять, күп кенә хайваннарның үрчү чоры тышкы билгеле бер факторлар (мәсәлән, температура һәм яктылык) белән бергә туры килгәндә генә башлана. Бу факторлар аларга кушылу башлануына сигнал буларак тәэсир итә. Төрле төрләр бер үк факторларга төрлечә җавап бирә, шуның аркасында аларның үрчү сроклары аерыла. 77 нче рәсемдә бер үк районнарда яшәүче амфибия төрләренең үрчү срокларындагы аерымлыклар күрсәтелгән.

Изоляцияләүче механизмнар төрле төрләрнең ата һәм ана затларының гаметалары кушылуы нәтиҗәсендә барлыкка килгән зиготадан организм үсешенә киртә булып тора. Шул рәвешле килеп чыккан гибридлар, гадәттә, тиз үлә яки токымсыз булып кала. Мәсәлән, мул — ат һәм ишәк гибриды — стериль, ул нәсел бирергә сәләтсез, чөнки аның хромосомалар җыелмасы очрагында мейоз була алмый. Ак куян һәм үр куяны, сусар һәм кеш гибридлары үрчемсез.

Репродуктив изоляция. Изоляцияләүче механизмнар.

1. Изоляцияләүче механизм нәрсә ул? Изоляцияләүче механизмнарның әһәмияте нәрсәдә?
2. Сезгә изоляцияләүче механизмнарның нинди төрләре билгеле? Мисаллар китерегез.
3. Организмнарның төрле төрләренең гибридлары ни өчен стериль?

7.7. Төр барлыкка килү

1. Төргә билгеләмә бирегез.
2. Сезгә төрнең нинди критерийлары билгеле?

Төр нәрсә ул? Популяцион генетика барлыкка килү белән, төр категориясенә төгәлрәк билгеләмә бирелә. Хәзерге галимнәр төрне башка шундый төркемнәрдән репродуктив изоляцияләнгән реаль яки потенциаль кушылучы популяцияләр төркеме буларак билгелиләр.

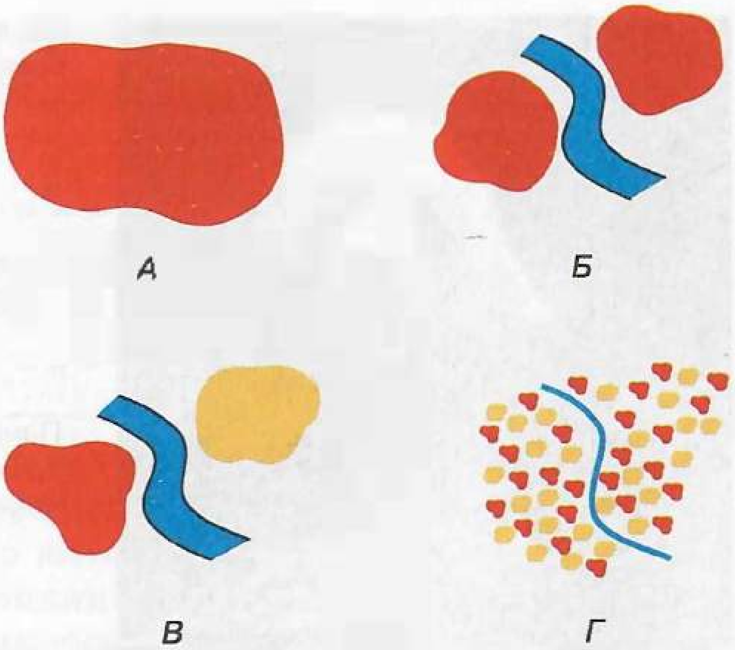
Репродуктив изоляция — төрне хәзерге аңлатуның төп төшенчәсе. Бер төр затлары бер-берсе белән кушыла ала, ләкин башка төр организмнары белән беркайчан да кушылмый. Мәсәлән, роза һәм чия — ике төр дә роза чәчәклеләр семьялыгыннан — беркайчан да кушылмыйлар. Репродуктив изоляция, шул рәвешле, бирелгән организмнарның бер үк төргә керүен билгеләү өчен, төгәл критерий булып тора.

Яңа төрләр барлыкка килү төрле юллар белән барырга мөмкин. Бу процесста мөһим рольне изоляцияләүче механизмнар уйный, ә төр барлыкка килү процессы үзе *микроэволюция* дип атала.

Географик төр барлыкка килү. Яңа төр популяцияләр яки популяцияләр төркемнәре ареалы *барьерлар* белән аерылу аркасында барлыкка килергә мөмкин. Бу процесс башлангыч төрнең таралу өлкәсе чигендә — яшәү шартлары гадәттәгедән берникадәр аерылып торган һәм табигый сайланыш процессы актив барган урында күзәтелергә мөмкин. Популяцияләрнең пространствода аерылуына бәйле рәвештә төр барлыкка килүне *географик төр барлыкка килү* дип атыйлар. Географик төр барлыкка килү процессы схема рәвешендә 78 нче рәсемдә күрсәтелгән.

Кайсыдыр төрнең популяциясен барьер (киртә) аера дип уйлыйк. Бу физик яки географик киртә булырга мөмкин, әйтик, елга, канал, карьер һ.б. Барьерның булуы затларның иркле кушылуына, ә димәк, геннар алмашуга тоткарлык ясый. Табигый сайланыш нәтиҗәсендә популяцияләрдә генетик аерымлыклар һаман да күбрәк туплана бара. Торабара бу аерымлыклар үзен шулкадәр сиздерә, хәтта теге яки бу репродуктив механизмнар катнаша башлый.

Мондый процесска мисал итеп нәсел башы диңгездә тереклек иткән, ләкин бозлык чорында башта бозлар эрегәндә диңгез һәм материк чикләрендә барлыкка килгән тозлы сулыкларны, ә аннары хәзерге Европа һәм Азия территориясендә төче суларны үзләштерә алган кайбер балык төрләре килеп чыгуын әйтергә мөмкин. Бозлык чигенгән саен, төче сулыклар тулысынча аерымланып калганнар. Яңа шартлар йогынтысында кайбер балыклар, шактый үзгәрешләр кичереп, яңа төрләр барлыкка китергәннәр. Андыйларга, мәсәлән, тәрәч балыгының типик диңгез төренә якын торган жумба (налим) балыгын кертергә мөмкин.

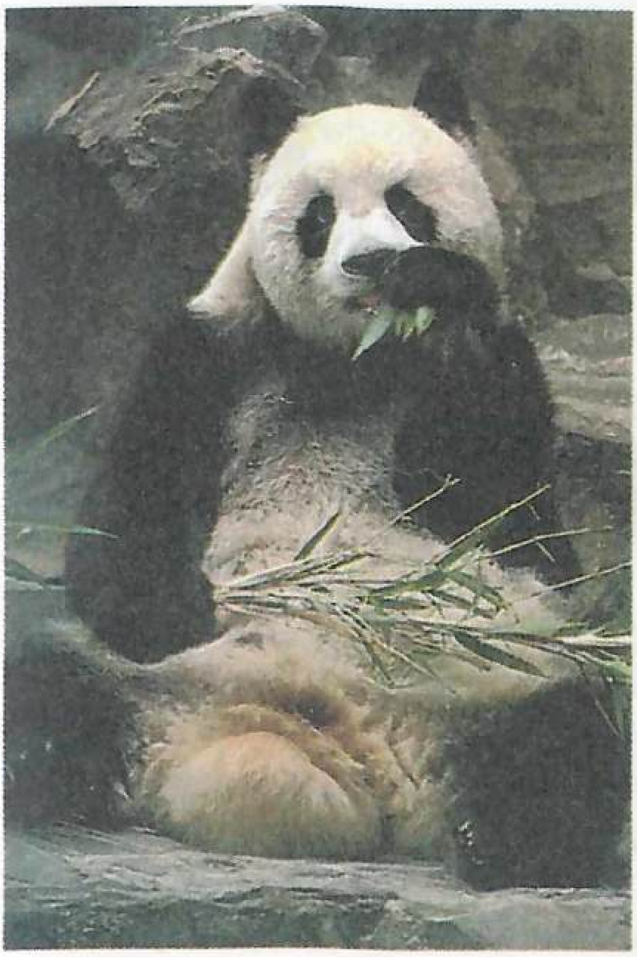


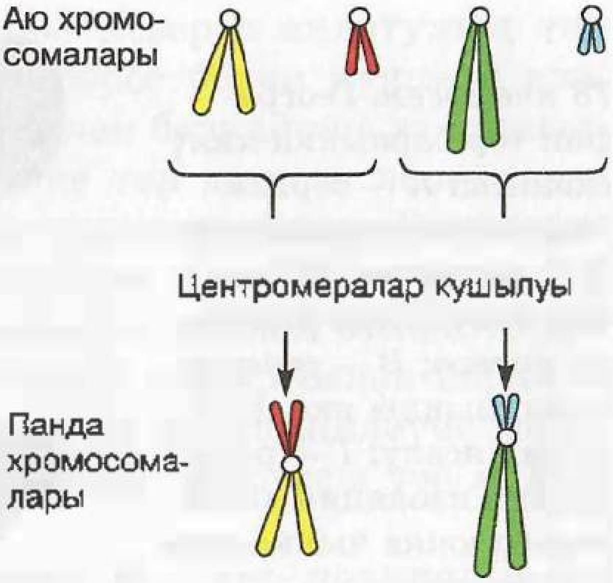
78 нче рәсем. Географик төр барлыкка килү схемасы: *А* — бердәм башлангыч популяция; *Б* — географик барьер ике популяция ясалуына китерә; *В* — генетик аерымлыклы ике популяция ясалу; *Г*— репродуктив изоляция хәтта барьер юкка чыкканнан соң да саклана

Икенче мисалга Европаның киң яфраклы урманнарында миллион еллар элек үскән ландышның башлангыч тереннән аның төрле төрләре килеп чыгуын китерергә мөмкин. Бозлык басып керү нәтиҗәсендә, ландышның бердәнбер ареалы берничә кисәккә аерылган. Ул Ерак Көнчыгышта, Европаның көньягында, Кавказ артында бозлыктан котылып калган урман территорияләрендә сакланып калган. Бозлык чигенгәч, ландыш, яңа төр — киң таҗлы әрерәк үсемлек барлыкка китереп, кабат Европада таралган, ә Ерак Көнчыгышта кызыл саплы һәм яфракларында балавызсыман куныклы төре барлыкка килгән.

Мондый төр барлыкка килү акрын бара, аның төгәлләнүе өчен, популяцияләрдә йөз меңләгән буын алмашынырга тиеш. Төр барлыкка килүнең бу формасы физик бүленгән популяцияләрнең генетик аерылуын күздә тота; вакыт узу белән, алар тулысынча изоляцияләнгән була һәм табигый сайланыш нәтиҗәсендә бер-берсеннән аерылып тора.

Полиплоидизация. Тикшеренүләрдән күренгәнчә, популяцияләр арасында генетик аерымлыкларның тупланыы үзендә әлеге шартлар өчен файдалы билгеләре булган генотипларның озакка сузылган табигый сайланыш нәтиҗәсендә генә түгел, ә бәлки икенче төрле тизрәк юллар белән дә булырга мөмкин. Үсемлекләрдә, мәсәлән, изоляцияләүче механизмнар гомер буена бердәнбер генерациянең хромосомалар саны кинәт арту, яки *полиплоидия* ярдәмендә килеп чыгарга мөмкин. Бер төр чикләрендә хромосомалар санының кабатлы артуы үзлегеннән булырга мөмкин; ләкин кайчак хромосомаларның артуы якын





79 нчы рәсем. Панда (сулда). Аю һәм панда хромосомалары (уңда) центромераларның урнашуы белән аерыла

ырудаш организмнарның кушылуы нәтиҗәсендә була. Мәсәлән, бакча сливасы ($2n = 48$) терн ($n = 16$) белән алычаны ($n = 8$) кушылдыру ярдәмендә хромосомалары санын икеләтә арттырып табылган.

Күп кенә хуҗалык әһәмиятенә ия үсемлекләр, мәсәлән, бәрәңге, тәмәке, мамык, шикәр камышы, кофе һ.б. — полиплоидлар. Тәмәке, бәрәңге кебек үсемлекләрдә хромосомаларның башлангыч саны 12 гә тигез, ләкин 24, 48, 72 хромосомалы төрләре дә бар.

Хайваннарның хромосомалар җыелмасы да тиз үзгәрә ала. Балыкларның (осётр, щиповка һ.б.ның), чикерткә һәм башка хайваннарның кайбер төрләре дә — полиплоидлар. Гигант панда, хромосомаларының кинәт үзгәрүе нәтиҗәсендә, аюдан килеп чыккан дип исәпләнелә. Панданың 42 хромосома, аюның 74, аларның хромосомалары формалары белән дә аерылып тора (79 нчы рәсем). Панданың тышкы төзелеше дә, яшәү рәвеше дә аюныкыннан нык аерыла: ул бамбук белән туклана, итне бөтенләй диярлек ашамый.

Хромосомалар үзгәрү нәтиҗәсендә, яңа төрләр барлыкка килү бер үк географик районда яшәүче һәм барьер белән аерылмаган популяцияләрдә булырга мөмкин.

Шулай итеп, төрләр төрле ысуллар белән мең еллар дәвамында да һәм бик тиз дә барлыкка килергә мөмкин дип нәтиҗә ясарга була.

Микроэволюция. Географик төр барлыкка килү. Барьерлар. Полиплоидия.

---

1. Төр барлыкка килүнең төп формаларын әйтегез. Географик төр барлыкка килү очрагына мисаллар китерегез.
2. Полиплоидия нәрсә ул? Төрләр барлыкка килүдә ул нинди роль уйный?
3. Үсемлекләр һәм хайваннарның нинди төрләре хромосомалар үзгәрү нәтиҗәсендә барлыкка килгән?

7.8. Макроэволюция

1. **Сезгә борынгы үсемлекләр һәм хайваннарның нинди төрләре билгеле?**
2. **Таксономик төркемнәр нәрсә ул?**

Эре таксономик төркемнәрнең формалашуы һәм үсеше. «Эволюция» сүзе, гадәттә, зур боз кисәкләренә ябышып каткан динозаврлар, урман мамонтлары образларын һәм шуңа охшаш башка күренешләрне күз алдына китерә. Бу күптән үлеп беткән һәм казылма калдыклар рәвешендә генә сакланган борынгы тереклек формаларының эзләре барысы бергә безгә эволюция тарихының аерым фрагментлары турында берникадәр күзаллама бирә. Эволюция турында шушы карашлардан чыгып сөйләгәндә, гадәттә, без бик озакка сузылган дәвердә Җирдә тереклек формаларының составындагы үзгәрешләрне күздә тотабыз. Бу процесс *макроэволюция* дип атала.

Без төр барлыкка килү механизмнары ничек итеп яңа тереклек формалары барлыкка килүенә китерә алуы белән таныштык. Ләкин югарырак таксономик категорияләрнең: ыруг, семьялык, отряд, класс һ.б.ның формалашуы ничек

баруы ачыкланмый кала. «Ыруг барлыкка килү», «семьялык барлыкка килү» һәм боларга охшаш башка терминнарның хәтта булмавын да искәртик.

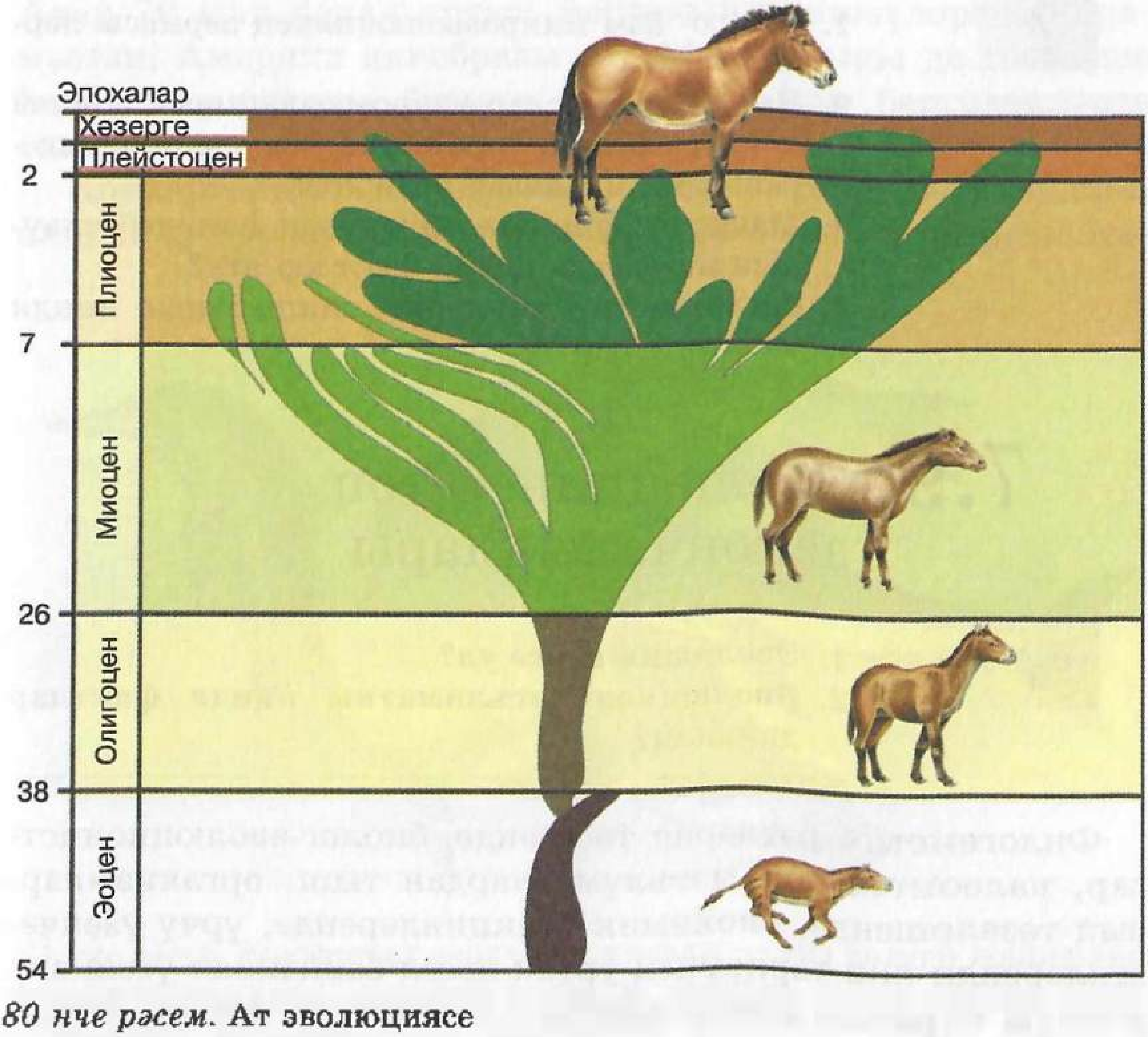
Моның сәбәбе шунда: югары таксономик категорияләр өлешчә абстракт төшенчәләр булып торалар: аларда берләшкән организмнар төркемнәренең уртак генофонды юк һәм үрчегәндә генетик материал белән алмашмыйлар, ул төр чикләрендә генә күзәтелә. Бу төркемнәр якын (ә димәк, ырудаш) формаларны өйрәнү һәм чагыштыру, шулай итеп, аларның эволюцион бәйләнешләрен ачыклау нигезендә төзелгән ниндидер бер уйдагы конструкцияләр булып торалар. Шулай да яңа төрләр барлыкка килү, ягъни микроэволюция һәм югарырак таксономик төркемнәр формалашу процесслары арасында принципиаль аерымлыклар юк. Макроэволюциядә шул ук процесслар: фенотипик үзгәрешләр барлыкка килү, яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш, азрак җайлашкан формаларның үлеп бетүе күзәтелә.

Макроэволюцион процессларның нәтиҗәсе булып организмнарның тышкы төзелешендә һәм физиологиясендә зур үзгәрешләр, мәсәлән, хайваннарда йомык кан системасы формалашу яки үсемлекләрдә авызчыклар һәм эпителиаль күзәнәкләр барлыкка килү тора. Шундый фундаменталь эволюцион казанышларга чәчәк төркемнәре барлыкка килү яки рептилияләрнең алгы очлыклары канатларга әверелү һ.б. керә.

Макроэволюцион процессларның иң ышанычлы дәлилләрен безгә палеонтологик мәгълүматлар бирә.

Казылма калдыклар. Палеонтология үлеп беткән организмнарның казылма калдыкларын өйрәнә һәм аларның хәзерге организмнар белән охшашлыгын да, аерымлыкларын да ачыклый. Палеонтологлар үлеп беткән организмнарның тышкы кыяфәтләрен табылдыклар буенча реконструкциялиләр, үсемлекләр һәм хайваннар дөньясының үткәне турында беләләр. Кызганычка каршы, казылма формаларны өйрәнү безгә флора һәм фауна эволюциясенең тулы картинасын бирми. Күпчелек калдыклар организмнарның каты өлешләреннән: сөякләрдән, кабырчыклардан, үсемлекләрнең тышкы терәк тукымаларыннан тора. Үзендә борынгы хайваннарның оялары һәм юллары эзләрен, кайчандыр йомшак утырмаларда очлыклар яки бөтен бер организмнар калдырган эзләрне саклаучы ташка әверелгән калдыклар зур кызыксыну уята.

Палеонтологик табылдыклар ярдәмендә *филогенетик рәтләрне,* ягъни хайваннар һәм үсемлекләрнең төрле төркемнәре эволюциясе процессында бер-берсен эзлекле рәвештә алмаштырган төрләрнең рәтләрен тулысынча диярлек реконструкцияләргә ирешелде. Моның мисалы булып ат эволюциясе хезмәт итә ала. Аның кечкенә эт биеклегендәге, алгы очлыклары дүрт бармаклы һәм үлән белән тукланганын белдерүче төерсыман тешләре булган ерак нәсел башы йомшак климатлы һәм мул азыклы урыннарда яшәгән. Неоген азагына биредә үсемлекләр дөньясы корыланган, тупасланган һәм ярлыланган. Туклану өчен, киңрәк пространстволарда күчеп йөрү зарурлыгы туган. Табигый сайланыш очлыкларның озынаюына, бармакларның саны кимүенә китергән, ә бу исә атларның тиз чабуына булышлык иткән. Азыкның характеры үзгәрү сырлы тешләр барлыкка килүенә сәбәп булган. Бу



80 нче рәсем. Ат эволюциясе

хайваннарның организмы нык үзгәреш кичергән. Хәзерге ат үзенең нәсел башын бик аз хәтерләтә (80 нче рәсем).

Кызганычка каршы, күпчелек очракларда эволюцион үзгәрешләрнең үзенчәлекләре безнең өчен билгесез булып кала, чөнки арадаш формалар һәрвакытта да табылмый: кайчандыр Җирдә яшәгән организмнарның өчтән икесе фән өчен югалган. Казылма төрләр арасында алар юк. Мәсәлән, борынгы диңгезләрдә тереклек итүче умырткасызлар йомшак тәнле булганнар, аларның каты скелетлары, тешләре яки башка каты ясалмалары булмаган, һәм, аларның кыяфәтләрен торгызырга мөмкинлек бирердәй бернинди эз калдырмыйча, барысы да үлеп беткәннәр.

Макроэволюция. Микроэволюция. Филогенетик рәтләр.

?

1. Макро- һәм микроэволюциянең аермасы нәрсәдә?
2. Нинди процесслар макроэволюциянең этәргеч көчләре булып тора? Макроэволюцион үзгәрешләргә мисаллар китерегез.
3. Макроэволюцияне өйрәнүнең һәм исбатлауның нигезендә нинди фактлар ята?
4. Филогенетик рәтләрне тикшерүнең нинди әһәмияте бар?

7.9. Эволюциянең төп закончалыклары

1. Эволюция нәрсә ул?
2. Эволюцион тәгълиматны нинди фактлар дәлилли?

Филогенетик рәтләрне төзегәндә, биолог-эволюционистлар, палеонтологик мәгълүматлардан тыш, организмнарның төзелешендә, биохимик реакцияләрендә, үрчү үзенчәлекләрендә яки төркемнең уртак нәсел башыннан үсеш алу юллары турында фикер йөртергә мөмкинлек бирүче башка

үзлекләрендә охшашлыкны ачыклауга нигезләнгән чагыштырма методтан киң файдаланалар.

Эволюция процессын өйрәнеп, галимнәр эволюцион үзгәрешләрнең түбәндәге характерлы типларын: *параллелизм, конвергенция* һәм *дивергенцияне* аерып күрсәтәләр. Кайчак бер филогенетик рәттә төрле типтагы үзгәрешләр булырга мөмкин.

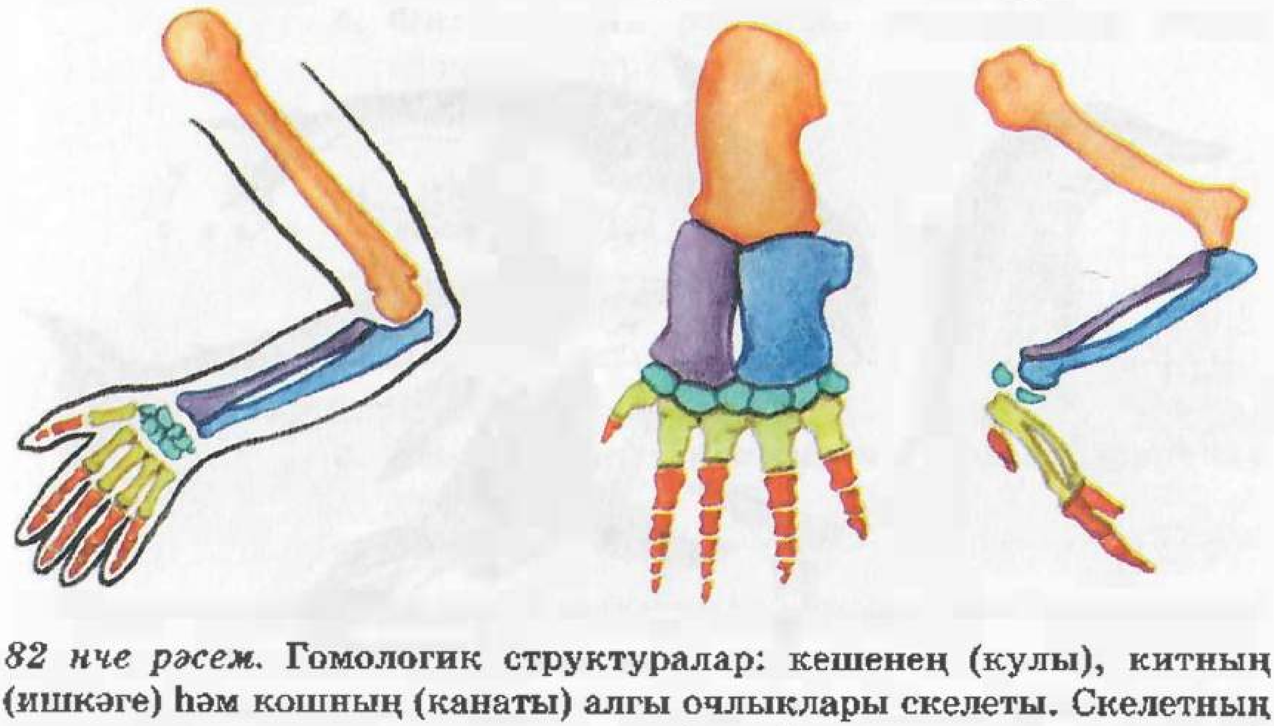
Параллелизм. Дикобраз эволюциясе параллель үзгәрешләргә мисал булып тора. Бу чәнечкеле имезүченең ике аерым төре бер-берсенә бәйсез рәвештә Африкада һәм Көньяк Америкада эволюцияләнгән. 70 млн елдан артык элек, бергә тереклек иткәндә, аларның уртак нәсел башы йон белән капланган зур күсегә охшаган була. Ике континент аерылгач, популяция ике өлешкә бүленгән һәм һәркайсы бер-берсенә бәйсез рәвештә үсеш алган. Ләкин, яңа ике популяциянең дә яшәү шартлары охшаш булганлыктан, дикобразларның үсеше параллель юллар белән барган. Алар 70 млн елдан артык мөстәкыйль яшәүләренә карамастан, Америка дикобразы да, Африканыкы да төзелеше һәм яшәү рәвеше буенча бик якын һәм бергәлекләрдә охшаш нишаны биләп торалар.

Конвергенция. *Конвергент* (лат. convergo — якынаям, охшыйм) эволюциядә якын ырудашлыкта тормаган ике

81 нче рәсем. Конвергент эволюция мисалы — тиз йөзүгә җайлашкан эре су хайваннары: дельфин (имезүче хайван), акула (балык), пингвин (кош), ихтиозавр (үлеп беткән рептилия)

яки аннан күбрәк төр бер-берсенә һаман күбрәк охшый бара. Мондый типтагы эволюцион үзгәрешләр тышкы тирәлекнең охшаш шартларына җайлашу нәтиҗәсе булып тора. 81 нче рәсемдә күрсәтелгән суда яшәүче эре ерткычлар дүрт төрле төркемдә: балыклар, сөйрәлүчеләр, кошлар һәм имезүчеләр арасында килеп чыкканнар. Аларның тышкы охшашлыгы эволюцион үсеш процессында яшәү рәвеше һәм тышкы тирәлек факторлары йогынтысында организмнарның төрле башлангыч торышларында килеп чыккан. Бу охшашлык рәсемдә сурәтләнгән хайваннарның эволюцион тарихы никадәр нык аерылып торуын дәлилләүче эчке төзелешләрендәге һәм матдәләр алмашындагы аерымлыкларны күрсәтми. Аларның тышкы төзелешләренең эволюцион үзгәрешләре нинди юллар белән барганын төрле башлангыч торыштагы уртак ноктада кушылучы векторлар рәвешендә сурәтләргә мөмкин.

Гомология һәм аналогия. Параллель һәм конвергент эволюциядә тышкы төзелешнең охшашлыгы *гомология* — уртак нәсел башыннан килеп чыгу (умырткалы хайваннарның төрле төркемнәренең очлыклары мисал була ала, 82 нче рәсем) яки *аналогия* — охшаш функцияләр башкаручы органнар системасының бәйсез эволюциясе нәтиҗәсе



82 нче рәсем. Гомологик структуралар: кешенең (кулы), китның (ишкәге) һәм кошның (канаты) алгы очлыклары скелеты. Скелетның төп элементларының охшашлыгы (төс белән аерып күрсәтелгән) чыгышның уртаклыгын белдерә, очлыклар төзелешендәге аерымлыклар төрле функцияләр башкаруга бәйле

булырга мөмкин. Мәсәлән, кош һәм бөҗәк канатларының чыгышы төрле булу аналогиягә мисал булып тора. Гомологик структуралар инде эмбриональ чорда ук бертөрле генетик программалар буенча үсеш ала. Аналогик структуралар, киресенчә, бертөрле функцияләр башкаралар, ләкин уртак генетик базислары юк. Кошлар һәм чебеннәр бер тирәлектә очалар, ләкин аларның уртак канатлы нәсел башы юк һәм эволюцион тарихта төрле маршрутлар буенча сәяхәт итәләр.

Дивергенция. Палеонтологик мәгълүматларны өйрәнүгә нигезләнеп, биологлар тарафыннан төзелгән эволюцион процессның иң уртак схемаларыннан берсе, гадәттә, ботаклары тармакланган эволюция агачы рәвешендә бирелгән. Бу — *дивергент эволюция*, яки *радиация* образы: уртак нәсел башы ике яки аннан күбрәк сандагы формага башлангыч биргән, соңгылары үз чиратында күп кенә төр һәм ыругларның ыру башы булып киткән. Дивергенция (лат. divergo — тайпылам) — тармаклана торган эволюция — һәрвакыт диярлек яңа яшәү шартларына җайлашуларның киңәюен чагылдыра. Мәсәлән, имезүчеләр классы вәкилләре тышкы төзелеше, экология үзенчәлекләре, физиологик һәм үз-үзен тотышы белән җайлашуларының характеры буенча аерылып торган (бөҗәкләр белән тукланучылар, кулканатлылар, ерткычлар, китсыманнар һ.б.) күп санлы отрядларга таркалган.

Эволюциянең төп юнәлешләре. Эволюция процессында организмнарның үзгәрешләре төрле масштабта һәм характерда булырга мөмкин. Органик дөньяның тарихи үсешен аңлау өчен, эволюциянең төп юнәлешләрен билгеләү мөһим. Аларның өч юнәлешен аерып күрсәтәләр.

1. *Ароморфоз* (грекча airomorphosis — форманы күтәрәм) — иң әһәмиятле эволюцион үзгәрешләр. Андый үзгәрешләр гомуми төзелеш дәрәҗәсен күтәрә, шуның нәтиҗәсендә организмнарның тереклек эшчәнлеге көчәя. Ароморфозлар яшәү өчен көрәштә шактый өстенлекләр бирә, яңа яшәү тирәлегенә күчәргә мөмкинлек ача. Хайваннарда ароморфозларга тереләй тудыруны, тән температурасының даимилеген саклау сәләтен, йомык кан әйләнеше системасы барлыкка килүне, ә үсемлекләрдә чәчәк, үткәрү юллары (сосудлар) системасын, яфракларда газлар алмашын саклау һәм көйләү сәләтен кертергә мөмкин.

2. *Идиоадаптаиия* (грекча idios — үзенә бертөрле һәм латинча adaptatio — җайлашу) — прогрессив, ләкин организмнарның яшәү тирәлеге шартларына җайлашучанлыгын арттыра торган вак эволюцион үзгәрешләр. Идиоадаптация төзелешнең төп билгеләре үзгәрү, аның гомуми дәрәҗәсе күтәрелү һәм организмның тереклек эшчәнлегенең интенсивлыгы арту белән бармый. Хайваннарның саклагыч төсе яки кайбер балыкларның (камбала, җәен) су төбендә тереклек итүгә җайлашулары — тәне яссы, төсләре грунт төсендә булуы, мыекчалар үсүе һ.б. — идиоадаптацияләргә мисал булып торалар. Икенче мисал — кайбер төр имезүчеләрнең (ярканатлар, очкалак тиеннәр) очуга җайлашулары.

Үсемлекләрдә идиоадаптация мисаллары — чәчәкнең бөҗәкләр яки җил ярдәмендә читтән серкәләнүгә, орлыкларның сибелеп таралуга җайлашулары. Идиоадаптация түбән таксономик төркемнәр (төрләр, ыруглар, семьялыклар) барлыкка килүгә китерә.

3. *Дегенерация* (латинча degenero — бозылу, начараю) төзелешнең гадиләшүенә, кайбер системалар һәм органнарның югалуына китерә һәм еш кына паразит яшәү рәвешенә күчү белән бәйләнгән. Паразитның төзелеше гадиләшү, барыннан да бигрәк, ачык тирәлектә яшәү өчен кирәкле, ләкин хуҗасы эчендәге кирәксез системаларга кагыла. Болар — ориентлашу, ашкайнату, хәрәкәт органнары һ.б. Паразитларда гомуми гадиләшү күзәтелгәндә, хуҗасы эчендә яшәү шартларына үзенчәлекле җайлашулар (еш кына үтә камилләшкән) барлыкка килә. Паразит суалчаннарда имгечләр, эләктергечләр барлыкка килә, үрчү органнары шактый үсеш ала.

Эре систематик төркемнәрнең (мәсәлән, типлар һәм классларның) эволюция юллары бик катлаулы. Еш кына бу төркемнәр үсешендә эволюцион юнәлешләр алмашынуы була.

Ароморфозлар идиоадаптацияләр белән чагыштырганда шактый сирәгрәк очрый һәм, кагыйдә буларак, органик дөнья үсешенең яңа этабын билгели. Һәр ароморфоз артыннан тирәлекнең бөтен ресурсларын тулырак файдалануны һәм яңа яшәү тирәлекләрен үзләштерүне тәэмин итүче күп санлы идиоадаптацияләр була. Хайваннарда, мәсәлән, коры җиргә күчкәндә, эре ароморфоз булып эчке аталануның үсеш алуы, шулай ук коры җирдә яралгының күкәй эчендә

үсешенә җайлашулары тора (җир-су хайваннарының, сөйрәлүчеләрнең үрчү үзенчәлекләрен исегезгә төшерегез).

Кошлар һәм имезүчеләр коры җирдә яшәүче хайваннар арасында өстенлек алып торалар. Даими тән температурасы аларга бозлык шартларында исән калырга һәм ерак салкын илләргә үтеп керергә мөмкинлек биргән. Бу төркемнәрнең уңышлы үсешенә имезүчеләргә коры җирне, ә кошларга һава тирәлеген үзләштерергә мөмкинлек биргән ароморфозлар да, идиоадаптацияләр дә булышлык итә.

Параллелизм. Конвергенция. Дивергенция. Гомология. Аналогия. Ароморфоз. Идиоадаптация. Дегенерация.

?

1. Эволюцион үзгәрешләрнең төп типларын әйтегез.
2. Параллель, конвергент, дивергент үзгәрешләр нәрсә ул?
3. Гомологик структураларның аналогик структуралардан аермасы нәрсәдә?
4. Эволюциянең төп юнәлешләре ниндиләр?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Эволюцион идеянең асылы тереклек ияләренең, вакыт узу белән, акрынлап үзгәрә баруын раслаудан гыйбарәт. Дарвинның казанышы булып эволюциянең этәргеч көчләрен ачуы тора.

Дарвин тереклек формаларының гаҗәеп үзгәрүчәнлеген күрә һәм организмнарның популяциядән популяциягә үзгәрүләре аларның яшәү шартлары үзгәрүләренә туры килүе турында нәтиҗә ясый.

Алгарышлы үзлекләрнең булуы организмнарга яшәү өчен көрәштә җиңүчеләр булырга мөмкинлек бирә. Исән калып, алар бу алгарышлы үзлекләрне үзенең нәсел-токымына бирүдә өстенлеккә ия. Дарвин бу процессны табигый сайланыш дип атый.

Дарвин эволюцион процессның нигезе булып нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге тора дип уйлый. Мутацияләр килеп чыгу һәм генетик рекомбинация — зигота барлыкка килү процессында геннарның аралашып бетүе аркасында, нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең даимилеге саклана. Тикшеренүчеләр бу

вариацияләрне махсус биохимик методлар ярдәмендә үлчи алалар.

Популяцион генетика популяциядә аллельләрнең үзләрен ничек тотуларын, аллельләр ешлыгын үзгәртүче механизмнарның нәрсәдән гыйбарәт булуын аңлата алды. Галимнәр эволюцияне генофонд үзгәрүләре дип билгелиләр, шуңа күрә генофонд составын өйрәнү эволюцион тикшеренүләр өчен зур әһәмияткә ия.

Табигый сайланыш азрак җайлашкан генотипларны юкка чыгара, бу исә яшәү шартларына популяцион адаптация артуына китерә. Кайчак табигый сайланыш чагылышлары яшәп килгән фенотипларны саклап калуга юнәлгән була. Бу — стабильләштерүче сайланыш; ул — яшәү шартлары озак вакыт дәвамында даими булып калган урыннарда гадәти күренеш. Этәргеч сайланыш, стабильләштерүче сайланышның капма-каршысы буларак, фенотиплар үзгәрүенә булышлык итә. Аның тәэсире, тышкы шартларның көтелмәгән һәм көчле үзгәрешләренә җавап булып, бик тиз күренергә мөмкин.

Геннар алмашуның чикләнүләренә китерә алган күп санлы изоляцияләүче механизмнар барлыгы ачыкланды. Алар аркасында яңа төрләр барлыкка килә.

Яңа төр популяция ареалы барьерлар белән бүленү нәтиҗәсендә барлыкка килергә мөмкин. Бу процесс элгәр (башлангыч) төрнең ареалы читләрендә, яшәү шартлары гадәттәгедән аерылып торган һәм табигый сайланыш процесслары активлашкан урыннарда булырга мөмкин. Бу — географик төр барлыкка килү.

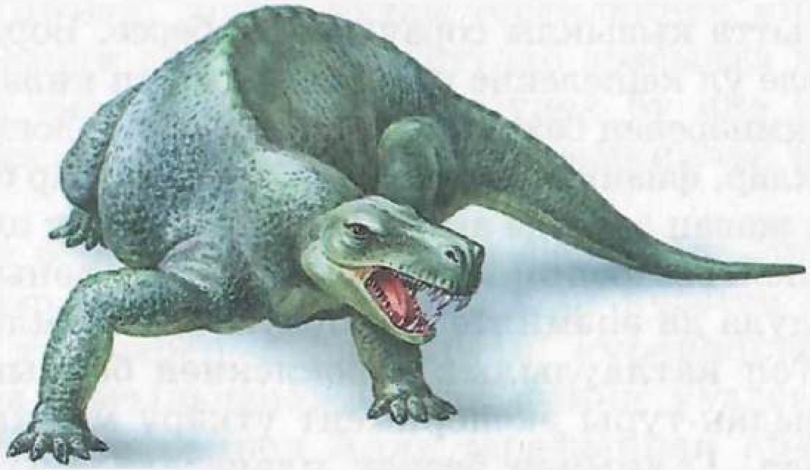
Яңа төрләр шулай ук хромосомалар саны үзгәрү (полиплоидия) нәтиҗәсендә дә барлыкка килергә мөмкин.

Яңа төрләр барлыкка килү процесслары (микроэволюция) һәм югарырак таксономик төркемнәр формалашу процесслары (макроэволюция) арасында принципиаль аерымлыклар юк. Макроэволюциядә шул ук процесслар: фенотипик үзгәрешләр килеп чыгу, яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш, азрак җайлашкан формаларның үлеп бетүе күзәтелә.

Галимнәр эволюцион үзгәрешләрнең түбәндәге характерлы юнәлешләрен аерып күрсәтәләр: параллелизм, конвергенция һәм дивергенция. Кайчак бер филогенетик рәттә төрле типтагы үзгәрешләргә мисаллар күзәтелергә мөмкин.

8 нче бүлек

Җирдә терелекнең барлыкка килүе һәм үсеше



Бу бүлектән сез

- *тереклек барлыкка килү гипотезалары;*
- *тереклекнең барлыкка килүенә һәм үсешенә карашлар эволюциясе;*
- *Җирдә тереклекнең төп үсеш этаплары турында*

белерсез

8.1. Тереклек барлыкка килү гипотезалары

1. Гипотеза нәрсә ул?
2. Гипотеза законнан яки теориядән нәрсә белән аерыла?
3. Фәнни метод нәрсә ул? Аның төп принцибы нәрсәдә?

Безнең планетада тереклекнең барлыкка килүе һәм үсеше — хәзерге табигать белемендә иң катлаулы һәм шул ук вакытта кызыклы сорауларның берсе. Борынгы заманнардан бирле ул кешелекне кызыксындырып килә һәм бик күп буын галимнәренең бәхәс предметы була. Биологлар гына түгел, химиклар, физиклар, геологлар, философлар бүгенге көнгә кадәр аңа җавап эзләүдә актив катнашалар. Бу әлеге проблеманың чишелеше фәнни яктан гына түгел, дөньяга караш формалашуда да әһәмияте зур булуы белән аңлатыла.

Төп катлаулылык тереклекнең барлыкка килүе буенча турыдан-туры эксперимент үткәрү мөмкин булмавы белән бәйле. Галимнәр безнең планетада ахыр чиктә тереклек барлыкка килүенә китерүче шартлар һәм процессларны, үзләре уйлаганча, бары тик модельләштерә генә алалар. Ләкин тупланган белемнәрнең җитеп бетмәве аерым сораулар буенча галимнәрнең фикерләре туры килмәүгә генә түгел, ә бәлки капма-каршылыкка китерә.

Тереклек барлыкка килү турындагы төрле күзаллауларны биш гипотезага берләштерергә мөмкин:

1) креационизм — тереклекнең Алла тарафыннан ярату;

2) үзлегеннән туу — тере организмнарның үзлегеннән терек булмаган матдәдән барлыкка килүе;

3) стационар халәт гипотезасы — тереклек һәрвакыт булган;

4) панспермия гипотезасы — тереклек безнең планетага читтән килгән;

5) биохимик эволюция гипотезасы — тереклек химик һәм физик законнарга буйсынган процесслар нәтиҗәсендә барлыкка килгән.

Креационизм (латинча creatio — туу) тереклек Алла иреге белән яратылган дип исәпли; бу турыда Тәурат һәм Коръәндә, шулай ук башка дини китапларда сөйләнә. Хәзерге вакытта АКШта һәм башка илләрдә бу гипотезаны дәлилләргә маташучы «фәнни креационизм» үзәкләре эшли. «Фәнни креационизм»га хәтта күп кенә руханилар үзләре үк каршы чыгалар, аны фәнни дә, дини дә булмаган, ә барыннан да бигрәк, идеологик агым дип саныйлар.

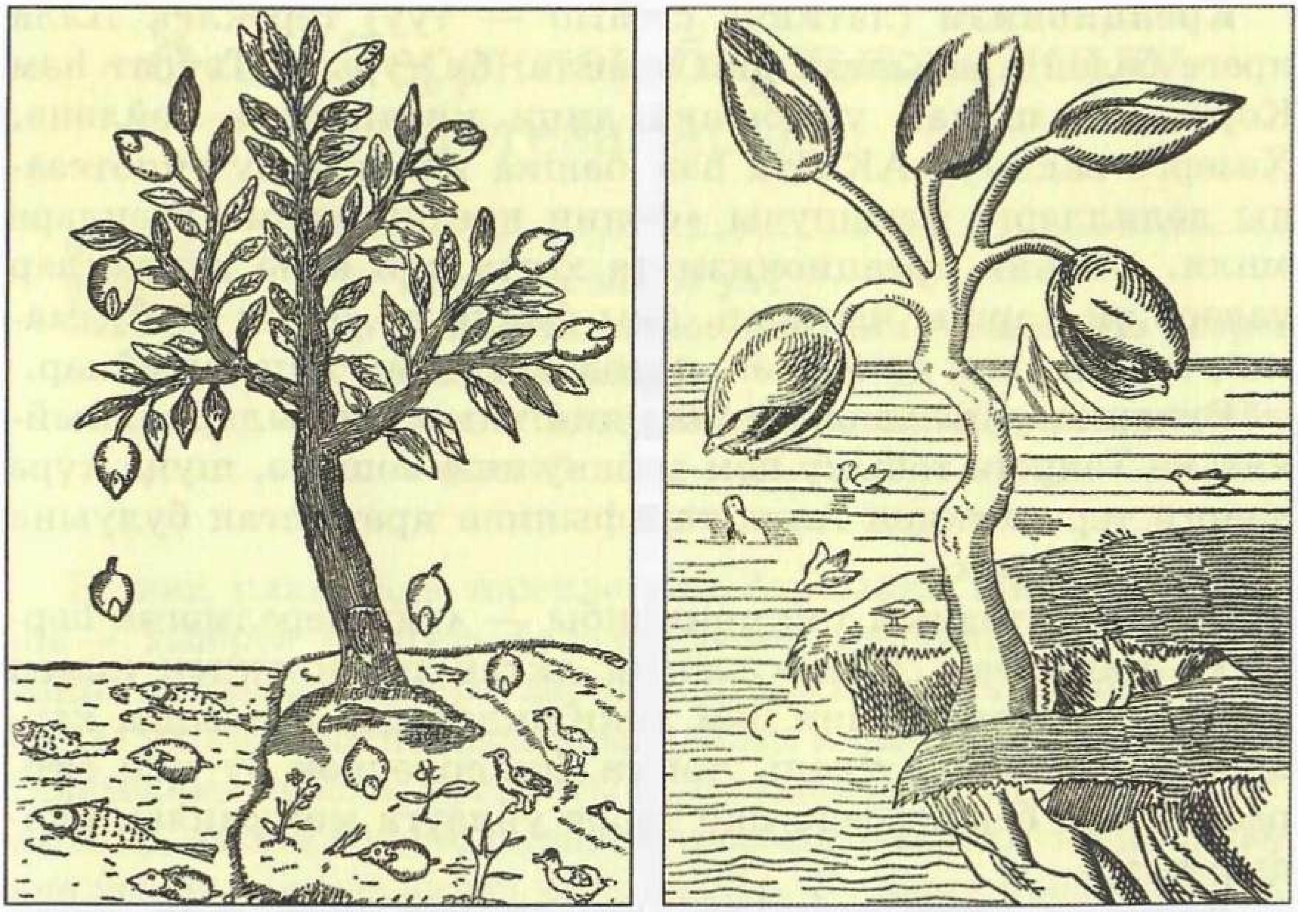
Руханилар фаразлавынча, дингә ышанучылар хакыйкатькә Тәңрегә табыну һәм ышану аша төшенә, шуңа күрә аларга тереклекнең Алла тарафыннан яратылган булуына дәлилләр кирәк.

Фәнни методның төп принцибы — «тикшерелмәгән һәрнәрсә нигезсез». Димәк, логик яктан тереклекнең килеп чыгуына карата фәнни һәм дини аңлатулар арасында каршылык булмаска тиеш, чөнки фикерләүнең бу ике сферасы үзара бер-берсенә ике төрле уйлауга мөмкинлек калдырмый.

Дөньяны Тәңре берьюлы яраткан дип фаразлана, шуңа күрә тикшеренүләр өчен аңа юл ябык. Фән күзәтеп һәм эксперименталь тикшереп була торган күренешләрне өйрәнү белән генә шөгыльләнә. Димәк, фәнни күзлектән чыгып караганда, тереклекнең Алла тарафыннан яратылуы гипотезасын исбатлап та, инкарь итеп тә булмый. Без моның белән шөгыльләнмәячәкбез.

Тереклекнең үзлегеннән тууы гипотезасы антик заманнардан алып XVII гасыр уртасына кадәр шик астына алынмый. Тереклек ияләре терек булмаган материядән, мәсәлән, балыклар ләмнән, суалчаннар туфрактан, тычканнар чүпрәктән, чебеннәр бозылган иттән барлыкка килә ала дип исәплиләр; шулай ук бер төрле формалар икенчеләрен тудыра, мәсәлән, җимешләрдән кошлар һәм хайваннар барлыкка килә дип уйланыла (83 нче рәсем).

Үзлегеннән туу турындагы күзаллауларны беренче инкарь итүче Италия галиме Франческо Реди була, 1668 елда ул чебеннәрнең бозыла башлаган иттә үзлегеннән туулары мөмкин булмавын исбатлый. Ф. Реди, берничә савыт алып, аларга ит кисәкләре сала. Савытларның бер өлешен ачык калдыра, икенче өлешен кисея белән ябып куя. Берничә көннән ачык савытларда чебен личинкалары мыж килә, ә ябыкларында, ит бозылса да, личинкалар булмый. Шуңа



83 нче рәсем. Үзлегеннән туу турында борынгы күзаллаулар: сулда — җимешләрнең балыкларга һәм кошларга әверелүе; уңда — җимешләрнең үрдәкләргә әверелүе

нигезләнеп, ул личинкалар үзлегеннән барлыкка килми, ә бәлки чебеннәр салган күкәйдән чыга дигән нәтиҗә ясый.

Шуңа да карамастан тереклекнең үзлегеннән туу идеясе XIX гасыр уртасына кадәр саклана. Үзлегеннән туу идеясенең тарафдарлары һәм каршы фикердәгеләре арасында бәхәсләр микроорганизмнарны ачканнан соң аеруча көчәя.

Микроорганизмнарны туклыклы шулпада, авызы эретеп ябыштырылган савытларда кайнатканнан соң, аларның үзлегеннән яралуы мөмкин булмавын күрсәткән Италия натуралисты Ладзаро Спалланцани экспериментлары да бу сорауга дәлилле җавап бирми. Үзлегеннән яралу идеясенең тарафдарлары һавадагы «яшәү көче» югары температурадан таркала, ә савытның авызы эретеп ябыштырылганлыктан, үзлегеннән яралу була алмый дип раслыйлар.

1859 елда Франция фәннәр академиясе бу проблеманы хәл итә алучыга премия билгели. Бу премияне 1862 елда француз галиме Луи Пастер ала, ул гади, ләкин күрсәтмә эксперимент үткәрә. S-сыман бөгелгән озын муенлы колбаларда шулпа кайната, колбага кайнатканнан соң кергән һавадагы

микроорганизмнарның барлык споралары шул бөгелешкә утыра (84 нче рәсем). Һава белән «тереклек көче» керсә дә, яхшы кайнатылган туклыклы тирәлек стериль булып кала, ләкин бөгелгән урынны шулпа белән юешләндерүгә, колбада микроорганизмнарның интенсив үрчүе башлана.

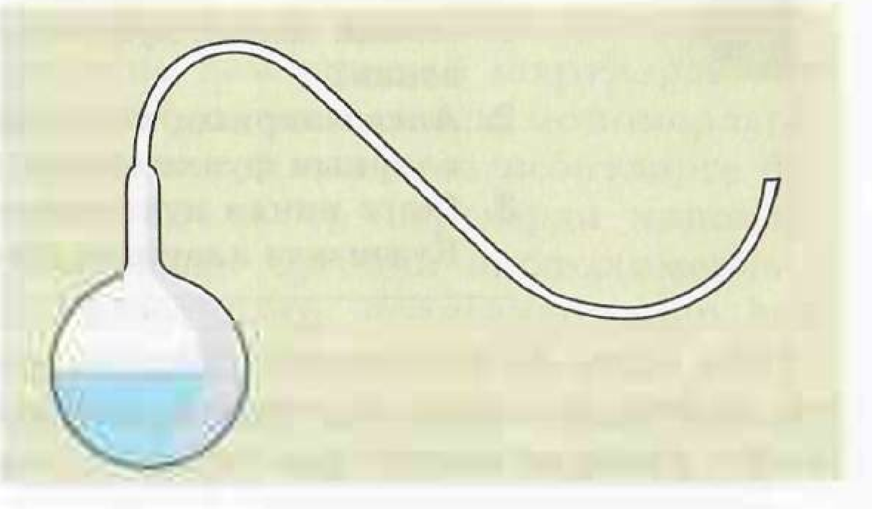
Тереклекнең үзлегеннән яралуы гипотезасы шулай тәмам кире кагыла. Биологиянең үсеше өчен зур әһәмияткә ия булган «барлык тереклек тередән генә туа» дигән закон формалаша.

Ләкин бу башка проблеманы тудыра. Әгәр тере организмның килеп чыгуы өчен башка тере организм кирәк икән, беренче тере организм каян килгән соң? Бу — панспермия гипотезасы барлыкка килүгә этәргеч бирә.

Панспермия гипотезасының тарафдарлары күп, шул исәптән күренекле галимнәр арасында да. Алар тереклек беренче булып Җирдә барлыкка килмәгән, ә бактерияләр һәм башка микроорганизмнарның споралары аңа метеоритлар ярдәмендә килгән дип уйлаганнар. Чынлап та, фәнни басмаларда метеоритларда тереклекнең примитив формаларын хәтерләткән объектлар табылуы хакында хәбәрләр күренгәли, шулай да галимнәр аларның биологик табигате турында тулы ышаныч белән әйтә алмыйлар.

Әмма панспермия гипотезасы тереклекнең беренчел барлыкка килүенең бернинди аңлатмасын бирми, тик Җирдә тереклек барлыкка килүне аңлатырга тырыша гына. Ул, тереклек ничек барлыкка килгән соң дигән сорауга җавап бирмичә, бу проблеманы Галәмнең нинди дә булса башка урынына күчерә.

Тереклекнең үзлегеннән яралу фактын инкарь итү хәзерге вакытта тереклекнең элекке заманда неорганик



84 нче рәсем. Пастер колбасы

материядән үсеш алуының принципиаль ихтималлыгы турындагы күзаллауларга каршы килми.

XX гасырның 20 нче елларында рус галиме А. И. Опарин һәм инглиз Дж. Холдейн углеродлы кушылмаларның биологик эволюциясе процессында тереклек барлыкка килүе турындагы гипотезаны әйтәләр. Хәзерге күзаллаулар нигезендә нәкъ менә шушы гипотеза ята да инде.

Креационизм. Үзлегеннән ярату. Стационар халәт гипотезасы. Панспермия гипотезасы. Биохимик эволюция гипотезасы.

?

1. Тереклек барлыкка килүнең сезгә нинди гипотезалары билгеле?
2. Ни өчен тереклекнең Алла ирәге белән ярытылуы турындагы күзаллауларны раслап та, кире кагып та булмый?
3. Панспермия гипотезасы нинди сорауга җавап бирми?
4. Хәзерге вакытта тереклекнең үзлегеннән яралуы мөмкин булмавын нинди тәҗрибәләр күрсәтә?

8.2. Тереклекнең килеп чыгуы турындагы күзаллауларның үсеше. Опарин — Холдейн гипотезасы

1. Нинди химик кушылмалар полимерлар дип атала?
2. Аксымнарның төзелеше нинди? Күзәнәктә аларның функцияләре нинди?
3. Сезгә нинди нуклеин кислоталары билгеле? Күзәнәктә аларның функцияләре нинди?

1924 елда А. И. Опарин Җирдә тереклекнең килеп чыгуы гипотезасының төп положениеләрен бастырып чыгара. Ул хәзерге шартларда тереклек ияләренең терек бул-

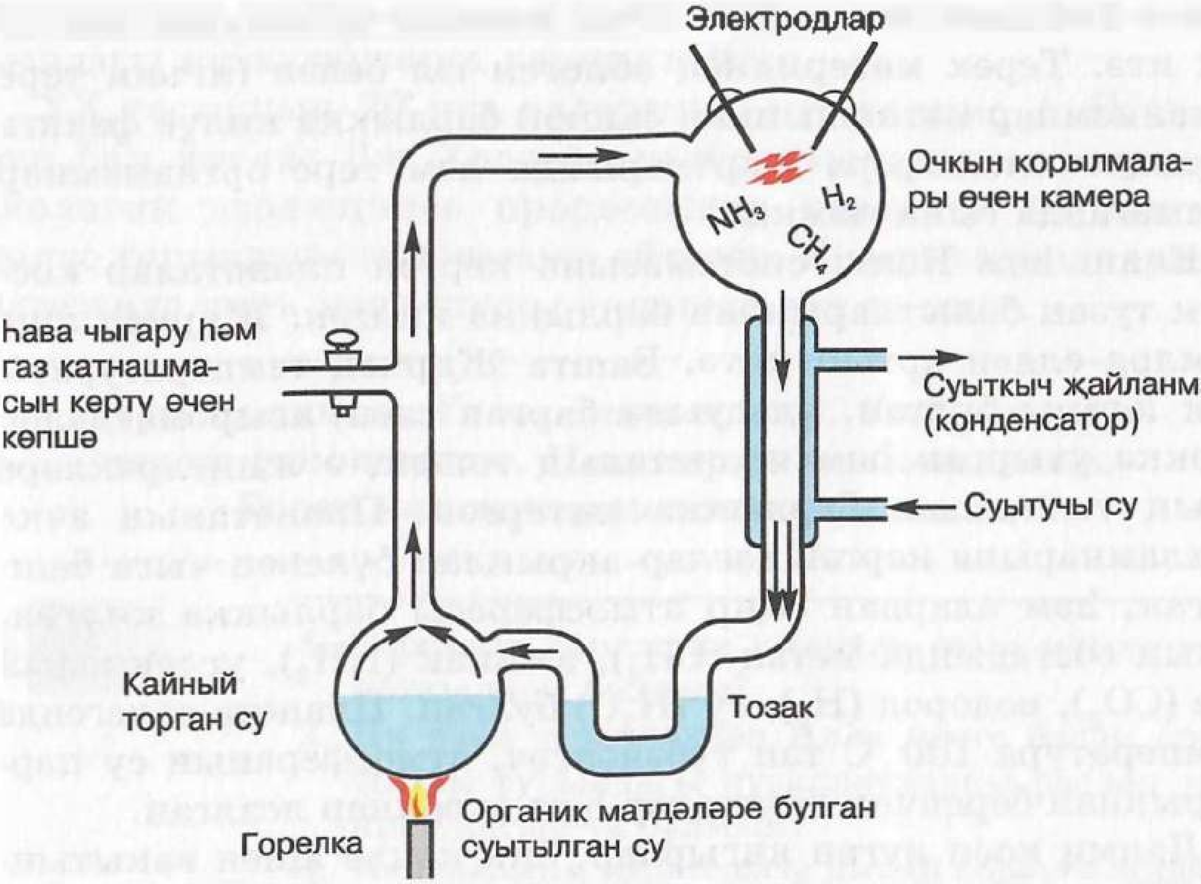
маган табигатьтән килеп чыгуы мөмкин булмаудан чыгып эш итә. Терек материянең абиоген юл белән (ягъни тере организмнар катнашыннан башка) барлыкка килүе фәкать борынгы атмосфера шартларында һәм тере организмнар булмаганда гына мөмкин.

Кояш һәм Кояш системасына кергән планеталар космик тузан болытларыннан барлыкка килгән. Җирнең яше 5 млрд елдан артып китә. Башта Җирнең температурасы бик югары булган, ул суына барган саен, авыр матдәләр үзәккә утырган һәм планетаның төшен, ә җиңелрәкләре аның тышчасын барлыкка китергән. Планетаның эчке катламнарына кергән газлар акрынлап бүленеп чыга башлаган, һәм алардан Җир атмосферасы барлыкка килгән. Аның составында метан (CH_4), аммиак (NH_3), углекислый газ (CO_2), водород (H_2), су (H_2O) булган. Планета өслегендә температура 100 °С тан түбәнәйгәч, атмосфераның су парларыннан беренчел диңгезләр һәм океаннар ясалган.

Даими коеп яуган яңгырлар, бик көчле яшен вакытында барлыкка килгән электр корылмалары планетаның беренчел атмосферасын тетрәткән. Бу шартларда, А. И. Опарин фикеренчә, көчле электр корылмалары, шулай ук ультрашәмәхә нурланыш (атмосферада кислород булмаган, һәм, димәк, саклагыч озон экраны ясалмаган) һәм көчле радиация тәэсирендә органик кушылмалар барлыкка килә алган, алар, «беренчел шулпа» барлыкка китереп, океанда тупланганнар.

1953 елда А. И. Опаринның бу фаразлавы Америка галиме С. Миллер тәҗрибәләрендә эксперименталь рәвештә раслана. Ул ясаган җайланмада (85 нче рәсем) Җирнең беренчел атмосферасы шартлары фараз ителгәнчә модельләштерелә. Тәҗрибәләр нәтиҗәсендә аминокислоталар табыла. Моңа охшаш тәҗрибәләр күп тапкырлар төрле лабораторияләрдә кабатлана һәм шундый шартларда төп биополимерларның практик яктан барлык мономерлары синтезлануының принципиаль мөмкинлеген исбатларга булышлык итә. Алга таба билгеле бер шартларда мономерлардан тагын да катлаулырак органик биополимерлар: полипептидлар, полинуклеотидлар, полисахаридлар һәм липидлар синтезлануы мөмкин булу ачыклана.

Икенче этап булып, А. И. Опарин фикеренчә, күп молекуляр комплекслар — *коацерватлар* барлыкка килү тора.



85 нче рәсем. **Җирнең беренчел атмосферасы шартларын имитацияләгән тәҗрибә**

Билгеле булганча, аксымнар, нуклеин кислоталары, полисахаридларның куертылган эремәләрендә билгеле бер шартларда коацерват тамчылары, яки коацерватлар дип йөртелгән куерыклар барлыкка килергә мөмкин (86 нчы рәсем). Коацерватлар эремәдән кергән химик матдәләр

катнашында барган яңа кушылмалар синтезлану исәбенә зураерга мөмкин.

Коацерватлар әле алар тереклек ияләре түгел. Аларның тере организмнарга хас кайбер билгеләре — үсү процессы һәм әйләнә-тирә белән матдәләр алмашы гына чагыла.

А. И. Опарин уйлавынча, терек булмаганның тереккә әверелешләрендә хәлиткеч урынны аксымнар алып тора. Аксым коацерватларны ул *пробионтлар* — тере организмның элгәрләре дип карый. Коацерват тамчыларына тышкы тирәлектән беренче катализаторлар сыйфатында катнашучы металл ионнары үтеп керә. «Беренчел шулпа»дагы гаять күп санлы химик кушылмалардан каталитик мөнәсәбәттә нәтиҗәлерәк молекулалар комбинацияләре сайлап алына, бу ахыр чиктә ферментлар ясалуга китерә.

Коацерватлар белән тышкы тирәлек чигендә липид молекулалары тезелә, бу исә примитив күзәнәк мембранасы барлыкка килүгә китерә.

Билгеле бер этапта аксым пробионтлар, үз составына нуклеин кислоталарын алып, бердәм комплекслар барлыкка китерәләр.

Аксымнар һәм нуклеин кислоталарының үзара тәэсир итешүе тереклекнең үзлегеннән үрчүе, нәселдәнлек информациясен саклавы һәм аны киләчәк буыннарга тапшыруы кебек үзлекләре килеп чыгуга китерә.

Матдәләр алмашы бару белән бергә, үзлегеннән үрчү сәләтенә ия булган пробионтларны инде алга таба үсеше терек материя эволюциясенең законнары буенча барган примитив элгәр күзәнәкләр итеп карарга мөмкин.

Дж. Холдейн шулай ук тереклекнең абиоген юл белән барлыкка килү гипотезасын тәкъдим итә. Аның беренче тапкыр 1929 елда аңлатып биргән карашлары буенча,

86 нчы рәсем. Эксперименталь шартларда табылган коацерват тамчылары

беренчел булып әйләнә-тирәлек белән матдәләр алмашу үзлегенә ия коацерват системасы түгел, ә бәлки үзлегеннән үрчүгә сәләтле коацерват макромолекуляр системасы торган. Икенче төрле әйткәндә, А. И. Опарин беренчелекне аксымнарга, ә Дж. Холдейн нуклеин кислоталарына бирә.

Опарин — Холдейн гипотезасы күп тарафдарларының ышанычын казана, чөнки органик биополимерларның абиоген юл белән синтезлану мөмкинлеге эксперименталь раслау таба.

Ләкин аның оппонентлары күрсәткән йомшак ягы да бар. Бу гипотеза кысаларында төп проблеманы: терек булмаганнан тереккә сыйфат сикереше ничек булганын аңлатуга ирешелми.

Коацерватлар. Пробионтлар.

?

1. А. И. Опарин гипотезасының төп положениеләрен санап чыгыгыз.
2. Бу гипотеза файдасына нинди эксперименталь дәлилләр китерергә мөмкин?
3. А. И. Опарин һәм Дж. Холдейн гипотезаларының аерымлыклары нәрсәдә?
4. А. И. Опарин гипотезасының оппонентлары, аны тәнкыйтьләп, нинди дәлилләр китерәләр?

8.3. Тереклек барлыкка килүнең хәзерге гипотезалары

1. Вирусларның төзелеше нинди?
2. Генетик код нәрсә ул?

Биохимик эволюция процессында тереклекнең абиоген юл белән барлыкка килү идеясен хәзерге галимнәрнең шактый күпчелеге яклый. Органик кушылмаларның абио-

ген синтезы кайда һәм кайчан барган, ә иң мөһиме терек булмаганнан терекка сыйфат сикереше ничек булган — болар әлегә бәхәсле булып кала.

А. И. Опарин исәпләвенчә, беренче тере организмнар 3,5—3 млрд ел элек барлыкка килгән. Димәк, озак дәверләр буена Җирдә беренче тере организмнар барлыкка килүенә китергән химик эволюция барган. Ләкин хәзерге биохимик һәм геохимик мәгълүматлар безнең планетада тереклек шактый әлегрәк яралган дигән фикерне дәлилли. Шуңа бәйле рәвештә күпчелек галимнәр органик матдәләрнең төп массасы Җир формалашканга кадәрге чорда Җирдән читтә барлыкка килгән дип уйлыйлар.

Чынлап та, органик кушылмалар Кояш системасы җисемнәрендә, атап әйткәндә, кайбер тип метеоритларда табылган. Метеоритлар, инде формалашкан Җир өслегенә төшеп, аны алга таба химик эволюциягә керү ихтималы булган органик кушылмаларга баеткан.

Углерод кушылмаларының химик эволюциясе барлык космик объектларда баруына шик юк, ләкин күзәнәккә кадәрге структураларның һәм аннары беренчел организмнарның килеп чыгуы өчен кирәкле дәрәҗәсенә мондый эволюция, галимнәр фикеренчә, бары тик Җир тибындагы планетада гына ирешә ала.

Аңлату өчен иң катлаулы сорау: химик эволюция процессында ике функциянең — аксым-ферментларга хас каталитик һәм нуклеин кислоталары (ДНК) җаваплы информацион-генетик функцияләрнең берләшүе ничек булган соң? Фәкать шул очракта гына терек булмаганнан терекка сыйфат сикереше булуы мөмкин бит.

Химик эволюция тарафдарлары уйлавынча, күп миллион еллар дәвамында «беренчел шулпа»да төрле молекулаларның даими тәэсир итешүләре барган, һәм бу ахыр чиктә очраклы рәвештә уңышлы ярашуга һәм пробионтта шундый аксым-нуклеин комплексы барлыкка килүгә китергән.

Скептиклар хаклы рәвештә мондый уңышлы очраклылык практик яктан нульгә тигез дип билгели.

Ихтимал, бу проблеманы аңларга РНКны өйрәнгәндә ясалган ачышлар мөмкинлек бирер.

Элек генетик информацияне ДНК гына йөртә дип уйлаган булсалар, хәзер РНКның да «генетик хәтер»гә ия булуы

ачыкланды. Ул гына да түгел, кайбер РНКлар ачык чагылган каталитик активлыкка ия һәм, аксым-ферментлар булмаганда, үзрепродукцияләнүгә сәләтле. Шулай итеп, борынгы РНК үзендә каталитик һәм информацион-генетик функцияләрне берләштерә алган, бу исә макромолекуляр системага үзрепродукцияләнү сәләтен биргән.

Әгәр бу фаразлау дөрес булса, мөгаен, алга таба эволюция РНК → аксым → ДНК юнәлешендә барган булырга тиеш.

Шулай итеп, хәзерге вакытта без тереклек барлыкка килү проблемасы хәл ителгән дип әйтә алмыйбыз. Галимнәр аны хәл итүнең аеруча өметле юлларын эзләүне дәвам итәләр. Бу эзләнүләрдә космик тикшеренүләр мәгълүматлары зур роль уйный алыр иде: теоретик яктан караганда, тереклек Галәмнең башка өлкәләрендә дә булырга мөмкин.

?

1. Космоста органик матдәләрнең абиоген синтезы булу ихтималын нинди фактлар күрсәтә?
2. Тереклек барлыкка килү мәсьәләсендә, сезнеңчә иң катлаулы проблема нинди?
3. Ни өчен галимнәр РНКны өйрәнгәндә ясалган ачышларны тереклек барлыкка килү проблемасын чишүнең ачкычы булырга мөмкин дип саныйлар?

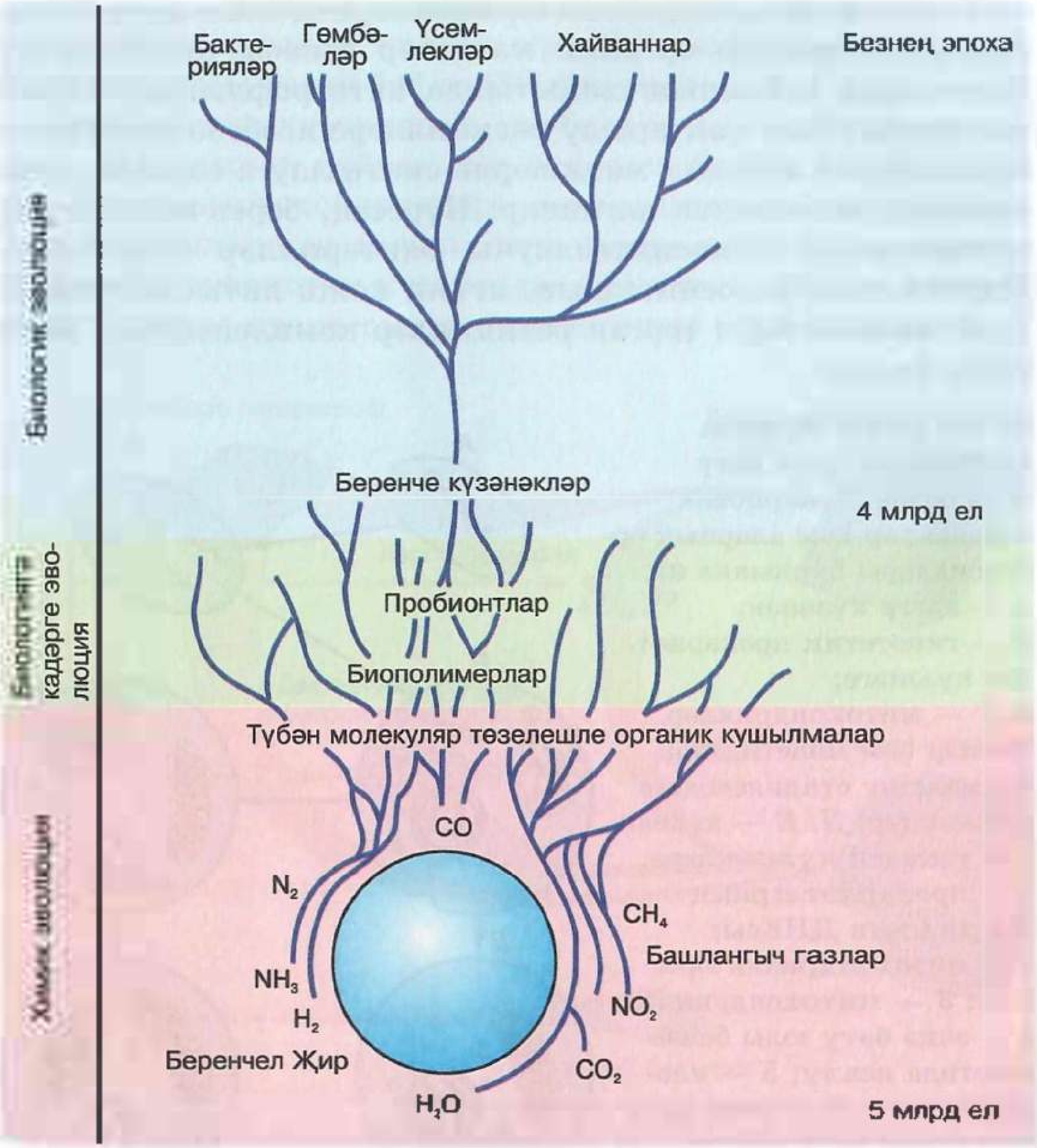
8.4. Җирдә тереклек үсешенең төп этаплары

1. **Күзәнәк нәрсә ул?**
2. **Прокариотлар дип нинди организмнар атала?**
3. **Эукариотларның прокариотлардан аермасы нәрсәдә?**

Тереклек, үзенең хәзерге күптөрлелегенә ирешкәнче, озын эволюция юлын үтүе бүгенге көндә шик тудырмый.

Безнең планетада тереклекнең барлыкка килүен һәм үсешен аңлатырга тырышкан күп гипотезалар барлыгын сез инде беләсез. Алар бу проблеманы чишүгә төрле карашлар тәкъдим итсәләр дә, аларның күбесе өч эволюцион этап: химик, биологиягә кадәрге һәм биологик эволюция этаплары барлыгын фаразлый (87 нче рәсем).

Химик эволюция этабында органик полимерларның абиоген синтезы барган. Икенче этапта тәртипкә салынган матдәләр алмашына һәм үзлегеннән яңаруга сәләтле аксым-нуклеин-липоид комплекслар (галимнәр аларны төрлечә:

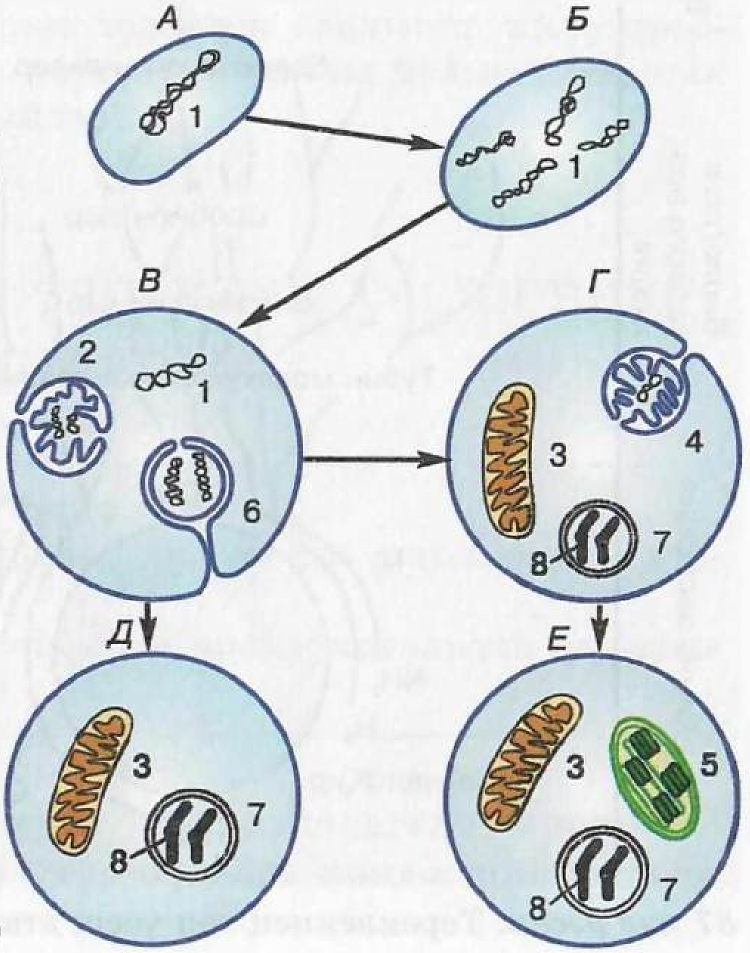


87 нче рәсем. Тереклекнең төп үсеш этаплары

коацерватлар, гиперцикллар, пробионтлар, прогенотлар һ.б. дип атыйлар) формалашкан. Биологиягә кадәрге табигый сайланыш нәтиҗәсендә беренче примитив тере организмнар барлыкка килгән, алар биологик табигый сайланышка кергән һәм Җирдәге барлык органик тереклекнең күптөрлелелегенә башлангыч биргән.

Күпчелек галимнәр беренче примитив тере организмнар прокариотлар булганнар дип исәпли. Алар «беренчел шулпа»ның органик матдәләре белән тукланганнар һәм әчешү процессында энергия алганнар, ягъни анаэроб гетеротрофлар булганнар.

Гетеротроф прокариотик күзәнәкләрнең саны арту белән, беренчел океанда органик матдәләр запасы кимегән. Бу шартларда сайланыш вакытында автотрофлыкка, ягъни оксидлашу һәм кайтарылу реакцияләре исәбенә неорганик матдәләрдән органик матдәләрне синтезлауга сәләтле организмнар өстенлекне алганнар. Күрәсең, беренче автотроф организмнар хемосинтезлаучы бактерияләр булганнар. Икенче этап фотосинтезның, ягъни кояш яктысын файдалану исәбенә бара торган реакцияләр комплексының үсеш алуы булган.



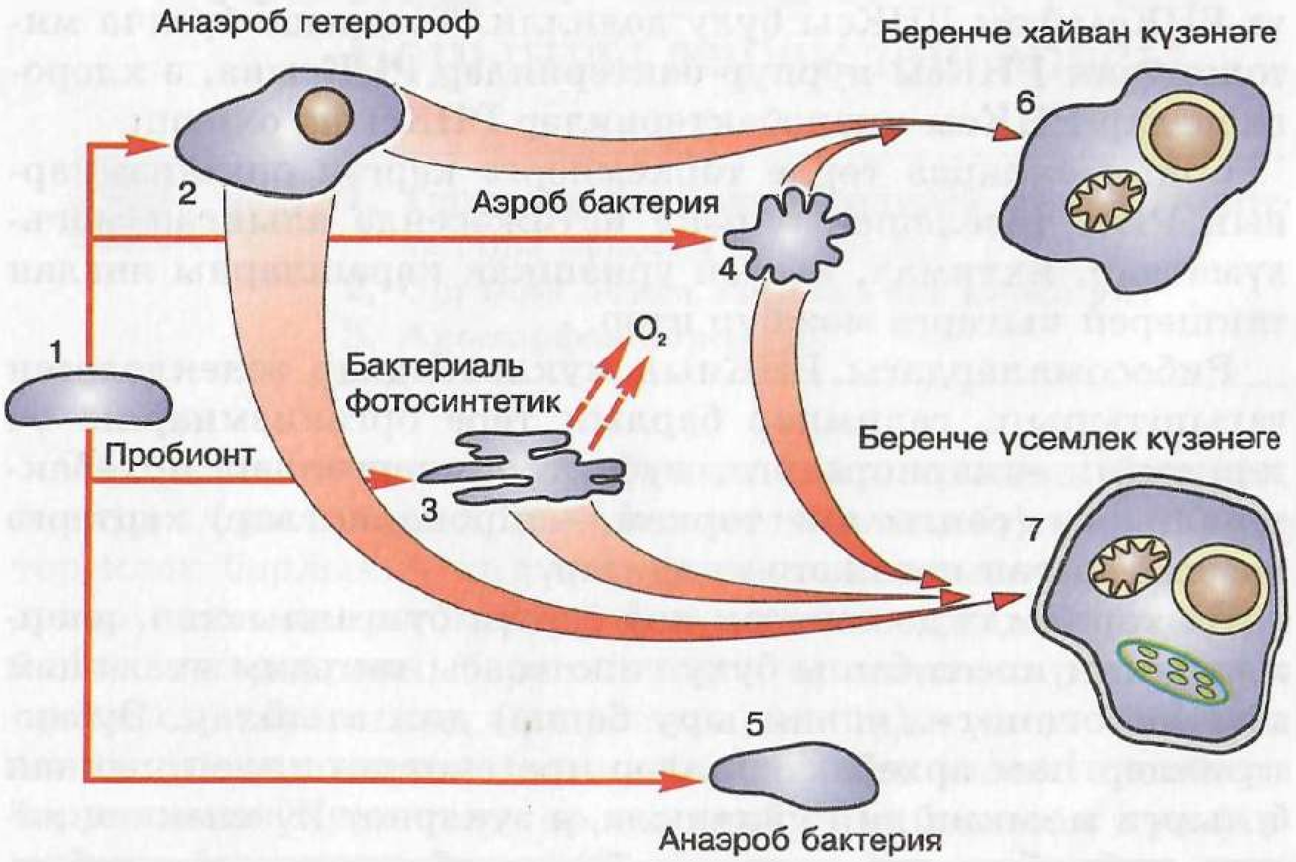
88 нче рәсем. Күзәнәк мембранасы эчкә бату юлы белән, эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органоидлары барлыкка килү: *А* — элгәр күзәнәк; *Б* — гипотетик прокариотлар күзәнәге; *В, Г* — митохондрияләр, төшләр һәм пластидалар формалашу стадиясендәге күзәнәкләр; *Д, Е* — хайван һәм үсемлек күзәнәкләре; 1 — прокариотларның боҗрасыман ДНКсы; 2 — митохондриаль эчкә бату; 3 — митохондрияләр; 4 — эчкә бату юлы белән пластида ясалу; 5 — хлоропластлар; 6 — эчкә бату юлы белән төш ясалу; 7 — төш; 8 — хромосомалар

Фотосинтез нәтиҗәсендә Җир атмосферасында кислород туплана башлаган. Бу — эволюция процессында аэроб сулау барлыкка килү өчен алшарт булып торган. Сулагында күп микъдарда АТФ синтезлау сәләте барлыкка килү организмнарга тизрәк үсәргә һәм үрчергә, шулай ук үзләренең структураларын һәм матдәләр алмашын катлауландырырга булышлык иткән.

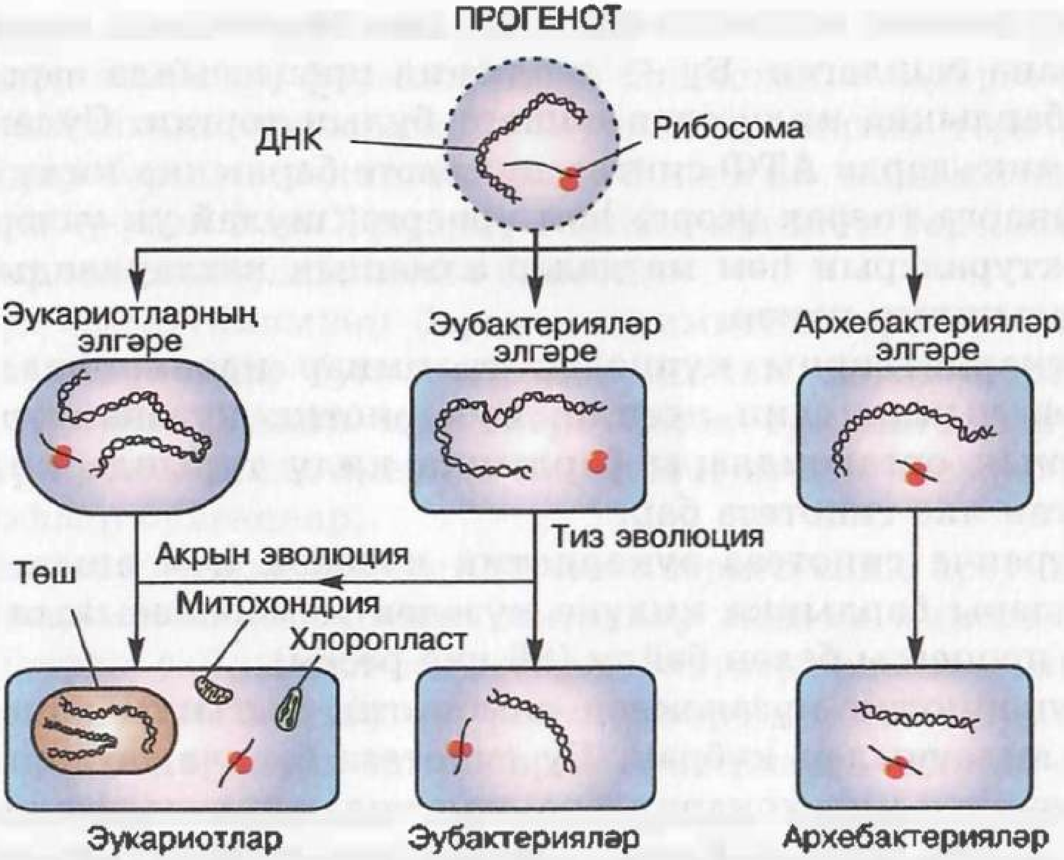
Эукариотларны күпчелек галимнәр прокариотлардан килеп чыккан дип исәпли. Эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органоидлары барлыкка килү турында киң танылган ике гипотеза бар.

Беренче гипотеза эукариотик күзәнәк һәм аның органоидлары барлыкка килүне күзәнәк мембранасының эчкә бату процессы белән бәйли (88 нче рәсем).

Эукариотик күзәнәкнең симбиотик чыгышы гипотезасын яклаучылар күбрәк. Бу гипотеза буенча, эукариотик күзәнәкнең митохондрияләре, пластидалары, керфекчекләр һәм камчыларның базаль тәнчекләре кайчандыр ирекле яшәүче прокариотик күзәнәкләр булганнар. Органоидларга алар симбиоз процессында әверелгәннәр (89 нчы рәсем).



89 нчы рәсем. **Эукариотик күзәнәкнең симбиотик барлыкка килү схемасы (цифрлар белән эволюция барышы күрсәтелгән)**



90 нчы рәсем. **Күзәнәкнең прогеноттан барлыкка килү гипотезасын сурәтләгән схема**

Бу гипотезаны митохондрияләрдә һәм хлоропластларда үз РНКсы һәм ДНКсы булу дәлилли. Төзелеше буенча митохондрия РНКсы пурпур бактерияләр РНКсына, ә хлоропластлар РНКсы цианобактерияләр РНКсына охшаш.

Соңгы елларда төрле төркемнәргә кергән организмнарның РНК төзелешен өйрәнү нәтиҗәсендә алынган мәгълүматлар, ихтимал, ныгып урнашкан карашларны яңадан тикшереп чыгарга мәҗбүр итәр.

Рибосомалардагы РНКның нуклеотидлар эзлеклелеген чагыштырып, галимнәр барлык тере организмнарны өч төркемгә: эукариотларга, эубактерияләргә һәм архебактерияләргә (соңгы ике төркем — прокариотлар) кертергә мөмкин дигән нәтиҗәгә килделәр.

Өч төркемдә дә генетик код бер үк булганлыктан, аларның уртак нәсел башы булу гипотезасы тәкъдим ителә һәм аны «прогенот» (ягъни ыру башы) дип атыйлар. Эубактерияләр һәм архебактерияләр прогеноттан килеп чыккан булырга мөмкин дип уйланыла, ә эукариот күзәнәкнең хәзерге тибы борынгы эукариот белән эубактерияләр симбиозы нәтиҗәсендә барлыкка килгән булырга тиеш (90 нчы рәсем).

Эукариотик күзәнәкләрнең симбиотик килеп чыгышы гипотезасы. Күзәнәк мембранасы эчкә бату юлы белән, эукариотик күзәнәкләр һәм аларның органоидлары барлыкка килү гипотезасы. Прогенот. Эубактерияләр. Архебактерияләр.

?

1. Җирдә тереклекнең барлыкка килүендә һәм үсешендә нинди төп этапларны аерып күрсәтергә мөмкин?
2. Эукариотик күзәнәк барлыкка килүнең сезгә нинди гипотезалары билгеле?
3. Эукариотик күзәнәкнең симбиотик чыгышы гипотезасын раслаучы нинди дәлилләр бар?
4. Ни өчен күпчелек галимнәр прокариотик һәм эукариотик күзәнәкләрнең нәсел башы прогенот булган дип исәпли?

8.5. Җирдә тереклекнең үсеше. Борынгы тереклек эрасы

1. Тереклек барлыкка килүнең нинди гипотезалары абиоген дип атала?
2. Органик дөнья эволюциясе нәрсә ул?
3. Ароморфоз нәрсә ул?

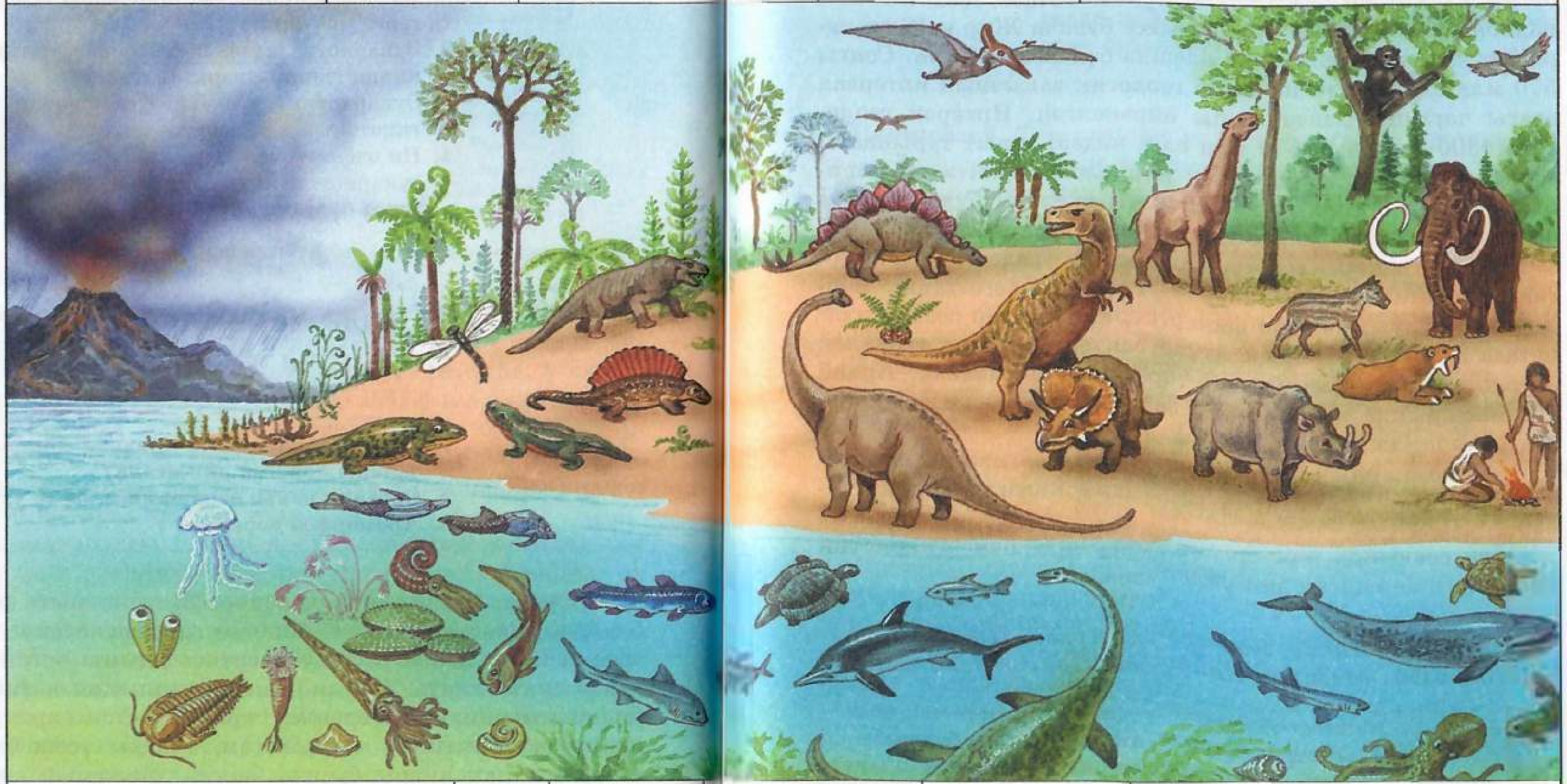
Күпчелек галимнәр фикеренчә, Җир, планета буларак, 5 млрд елдан артык яши. Абиоген гипотеза буенча, Җирдә тереклек барлыкка килүнең беренче адымы органик матдәләр синтезлануы булган. Химик эволюция нәтиҗәсендә биополимерлардан беренче тере организмнарга күчеш процессы тормышка ашырылган, аннары үсеш биологик эволюция законнары буенча барган. Биологик эволюция барышында Җирдә тере организмнарның бихисап күп формалары барлыкка килгән (91 нче рәсем).

Җир тарихы озак дәверләрне үз эченә алган *эраларга*, эралар *периодларга*, периодлар *эпохаларга* бүленә.

Эралар, млн ел	Архей 1000	Археозой 1000	Протерозой 500	Палеозой, яки борынгы эра (палеозой) 330					Мезозой, яки урта эра (мезозой) 173				Кайнозой, яки яңа эра (кайнозой) 67		
Периодлар, млн ел				Кембрий 65	Ордовик 60	Силур 30	Девон 55	Ташкүмер 75	Пермь 45	Триас 45	Юра 58	Акбур 70	Өченчел		Антропоген (дүртенчел) 2
													Палеоген	Неоген	
ФЛОРА	Бактерияләр һәм суүсемнәр чоры				Псилофитлар чоры		Наратбашлар, плаунна- чел абагалар, борынг- лыклылар һ.б. чоры		...ерен- ...ыкор-	Ачыкорлыклылар чоры			Ябыкорлыклылар чоры		

ОРГАНИК ДӨНЬЯ

коры җир



диңгез

ФАУНА	Умырткасызлар чоры	Балыклар чоры	Җир-су хайваннары чоры	Сөйрәлүчеләрнең ...рхаик төркемнәре чоры	Сөйрәлүчеләрнең яңа төркемнәре чоры	Имезүчеләр һәм кошлар чоры

91 нче рәсем. Җирдә тере организмнар эволюциясе

Эраларның исемнәре грекчадан алынган: *катархей* — иң борынгыдан элеккерәк, *архей* — иң борынгы, *протерозой* — беренчел тереклек, *палеозой* — борынгы тереклек, *мезозой* — урта тереклек, *кайнозой* — яңа тереклек.

Беренче тере организмның кайчан барлыкка килүен төгәл беркем белми. Җир кабыгының борынгы утырмаларында табылган иң беренче чын эзләрнең яше — 4 млрд ел тирәсе. Җирдә тереклекнең үсеше турындагы мәгълүматларны табарга безгә *палеонтология* булышлык итә. Ләкин бу мәгълүматлар һич тә тулы түгел. Үзенең геологик һәм палеонтологик өйрәнелүе дәрәҗәсе буенча Җир кабыгы тарихын тигез булмаган ике өлешкә бүләргә мөмкин. Соңгы 570 млн елны үз эченә алган геологик вакытның интервал азагы чагыштырмача яхшы өйрәнелгән. Иртәрәк геологик (4600 дән алып 570 млн елга кадәр) вакыт турындагы мәгълүматлар бик ярлы. Бу күпчелек очракта ул периодта яшәгән организмнарның каты скелеты булмавы һәм бөтенләй эз калдырмавы белән аңлатыла.

Архейдагы тереклек турында без бу эрада башлыча органик табигатьле токымнар — графит, известьташ, мәрмәр һ.б. булуына карап фикер йөртәбез. Алар безнең планетада архейда өстенлек итүче бактерияләрнең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсе булып тора дип исәпләнелә. Архей утырмаларында кислородсыз фотосинтезга сәләтле цианобактерияләр калдыклары табыла.

Организмнарның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә атмосферада метан, аммиак, су микъдары кими, CO_2 нең туплануы дәвам итә.

Архей азагында тере организмнар про- һәм эукариотик формаларга аерылган дип уйланыла.

Эра. Период. Эпоха. Катархей. Архей. Протерозой. Палеозой. Мезозой. Кайнозой. Палеонтология.

?

1. Җирнең тарихы нинди эраларга бүленә?
2. Тере организмнарның эшчәнлеге планета атмосферасының составы үзгәрүенә ничек йогынты ясаган?
3. Җирдә тереклек үсешенә фотосинтез барлыкка килүнең нинди әһәмияте булган?
4. Архейда нинди эре ароморфозлар булган?

8.6. Протерозойда һәм палеозойда тереклекнең үсеше

1. **Түбән төзелешле үсемлекләрнең югары төзелешлеләрдән аермасы нәрсәдә?**
2. **Орлыктан үрчүнең спорадан үрчүдән нинди өстенлекләре бар?**
3. **Ни өчен рептилияләр амфибияләргә караганда хайваннарның киңрәк таралган төркеме булып тора?**

Протерозой. Тереклекнең иртә эрасында — протерозойда — организмнарның төзелеше катлаулану дәвам иткән, туклану һәм үрчү ысуллары камилләшкән.

Суүсемнәр киң таралуга һәм күптөрлелеккә ирешкән. Суүсемнәрнең күп күзәнәкле формалары барлыкка килгән, алар берегүле яшәү рәвеше алып барганнар һәм катлаулы дифференциацияле катлама, яки талломлы булганнар.

Хайваннар арасында эчәккуышлылар һәм болытсыманнарның гаять зур күптөрлелеге барлыкка килгән. Протерозой эрасының азагына умырткасызларның барлык типлары, шулай ук беренче хордалы хайваннар — башсөяксезләр астибы килеп чыккан. Протерозой утырмаларында төрле суалчаннар, моллюсклар, примитив буынтыгаяклыларның калдыклары табыла (92 нче рәсем).

Протерозойның иң эре ароморфозы булып тәне ике яклы симметрияле хайваннарның күренүе һәм беренче хордалы хайваннарның килеп чыгуы исәпләнә. Аларның хәзергә кадәр сакланган бердәнбер токымы дип, күрәсең, ланцетникны исәпләргә мөмкиндер.

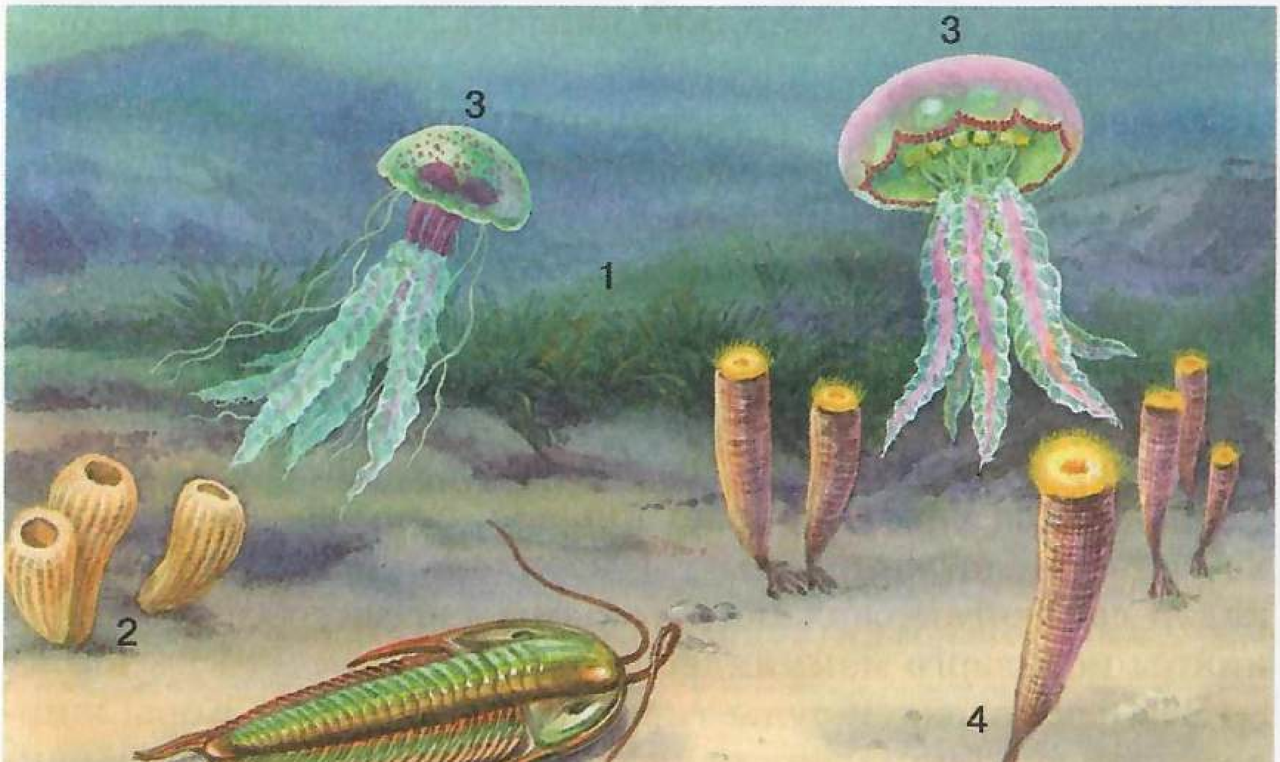
Барлык тереклек сулы тирәлеккә тупланган. Коры җирдә тереклек булмаган, сулык ярлары буйлап кына бактерияләр һәм башка микроорганизмнар эшчәнлеге нәтиҗәсендә туфрак ясалу процесслары барган.

Атмосферада кислород тупланнуы һәм суларның кислородка баюы дәвам иткән, бу исә югарырак үсеш алган гетеротроф организмнар килеп чыгуга китергән.

Палеозой. Борынгы тереклек эрасы — палеозой үзе *кембрий, ордовик, силур, девон, ташкүмер (карбон)* һәм *пермь* периодларына бүленә.

Палеозой башында тереклек башлыча диңгезләрдә өстенлек иткән. Коры җирдә элеккечә бактерияләр һәм цианобактерияләр генә яшәгәннәр.

Кембрий диңгезләрендә күп санлы суүсемнәр өстенлек иткән; хайваннар арасында кальций карбонаты һәм кальций фосфатыннан, хитин һәм кремнезёмнан торган каты скелет белән капланган умырткасызлар килеп чыккан. Хайваннар дөньясын башлыча су төбендә яшәүче организмнар: мәрҗән полиплары, болытсыманнар, суалчаннар, археоциатлар, төрле энәтирелеләр һәм буынтыгаяклылар тәшкил иткән. Аеруча иң борынгы буынтыгаяклылар — *трилобитлар* киң таралган. Аларның тәне 40—50 сегментка бүленгән хитин панцирь эчендә булган. Ерткычлыкка күчкән ниндидер трилобитсыманнардан кысла-чаяннар килеп чыккан. Кембрий азагында башаяклы моллюсклар күренә башлаган (93 нче рәсем).



92 нче рәсем. Кембрий азагы флорасы һәм фаунасы:
1 — күп күзәнәкле суүсемнәр; 2 — болытсыманнар; 3 — медузалар;
4 — археоциатлар — үлеп беткән примитив умырткасызлар;
5 — примитив буынтыгаяклылар

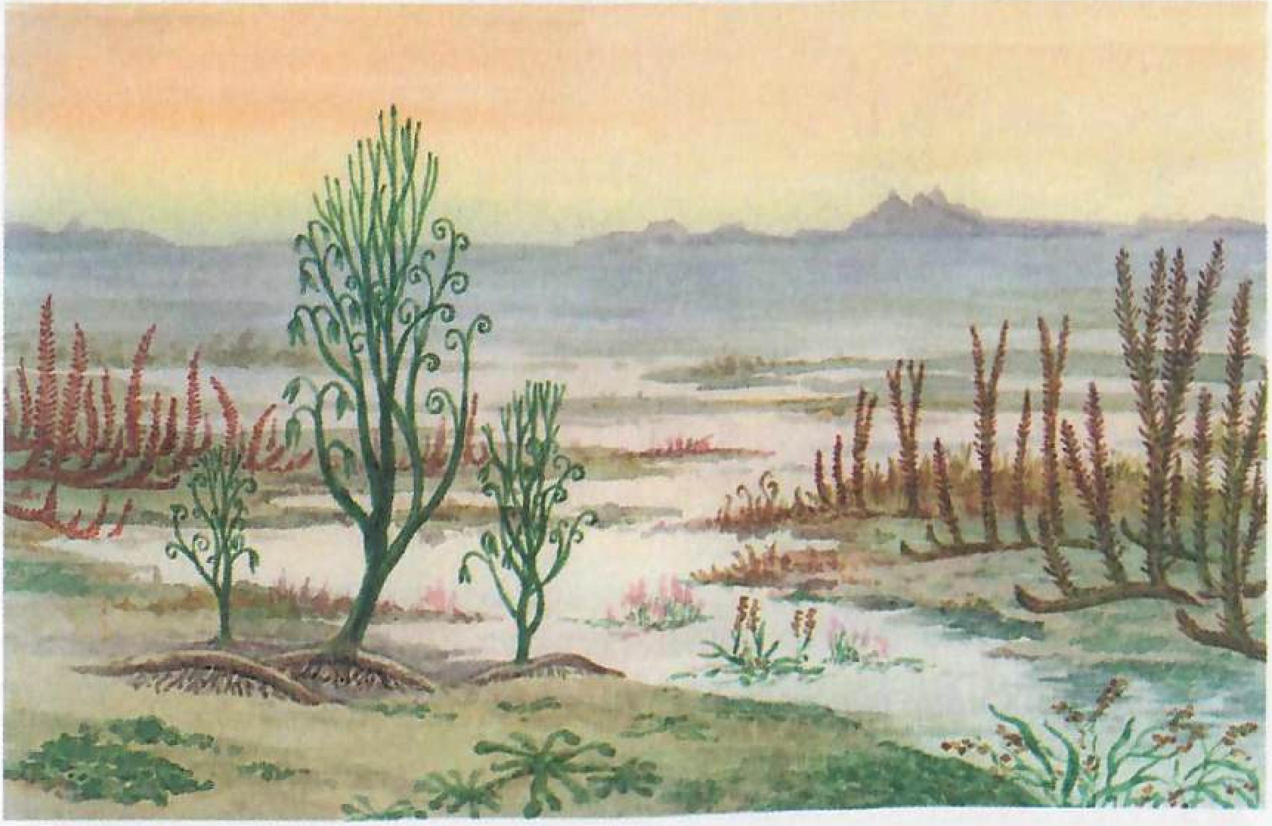
93 нче рәсем. Силур флорасы һәм фаунасы: 1 — суүсемнәр; 2 — диңгез лилияләре; 3 — ялгызак мәрҗәннәр; 4 — трилобитлар; 5 — башаяклы моллюск; 6 — мәрҗән полипларының колониясе

Ордовикта Җир тарихында коры җирне су басуларның иң көчлесе булган, нәтиҗәдә коры җирнең күп өлеше гаять зур сазлыклар белән капланган. Диңгезләрдә буынтыгаяклылар һәм башаяклы моллюсклар таралган. Ерак токымнары хәзерге миногалар һәм миксиннар булган беренче казнасыз умырткалылар килеп чыккан.

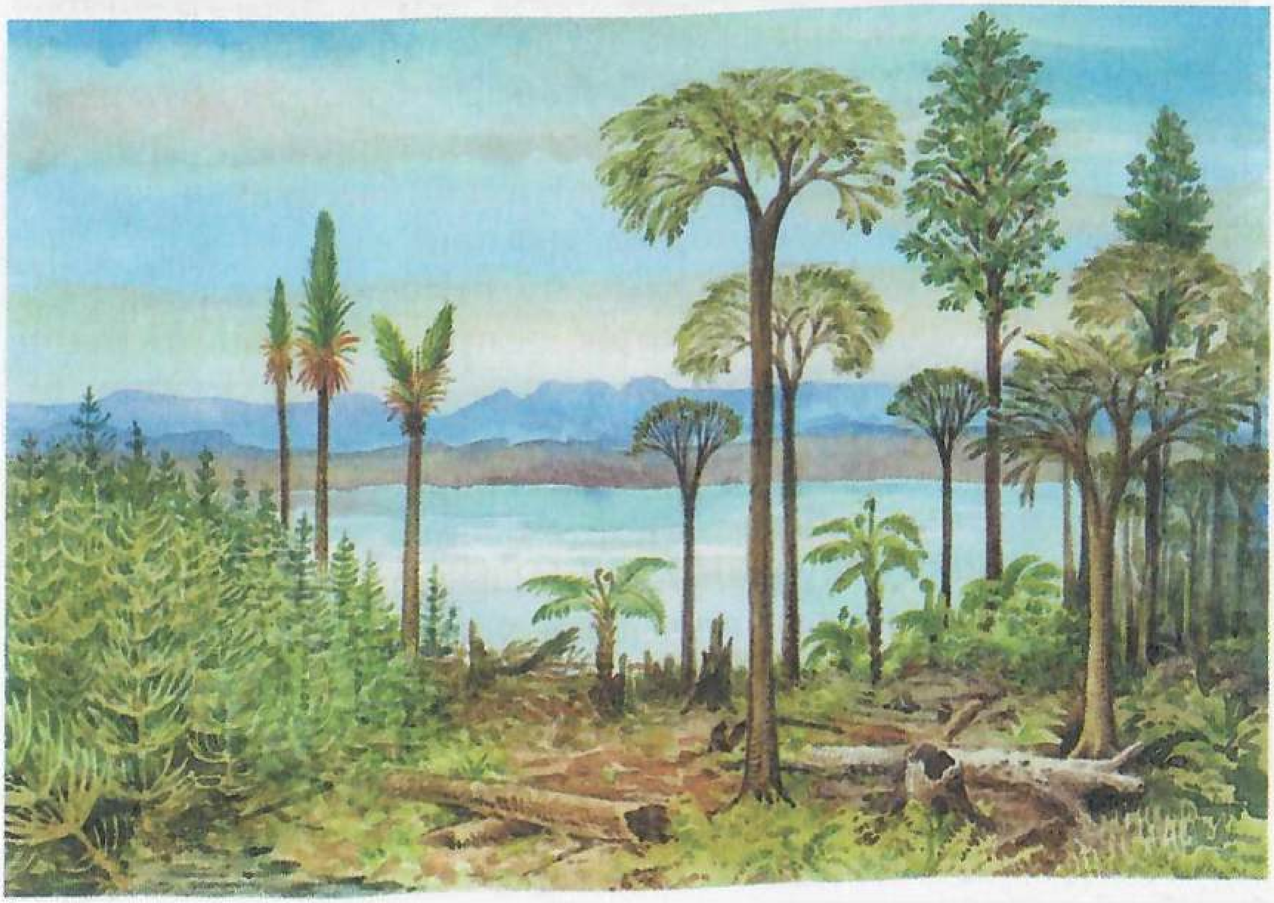
Силурда әһәмиятле ике вакыйга булган: үсемлекләрнең һәм умырткасызларның коры җиргә чыгуы. Беренче коры җир үсемлекләре — риниофитлар — суүсемнәр белән үткәргеч юллары (сосудлары) булган коры җир үсемлекләре арасында торган организмнар булганнар (94 нче рәсем). Аларның инде үткәргеч системалары булган, ләкин органнарга бүлгәләнү (дифференциацияләнү) әле булмаган. Коры җирдә алга таба үсемлекләр эволюциясе талломның органнарга дифференциацияләнүе һәм җенси үрчү камилләшүе юнәлешендә барган. Мөгаен, силурда гөмбәләр һәм беренче лишайниклар килеп чыкканнардыр.

Девонда наратбашлар, плауннар, абагалар киң таралган була. Аларның аеруча киң таралган вакыты ташкүмер (карбон) периодына туры килә. Моңа карбонның җылы һәм

дымлы климаты булышлык иткән (95 нче рәсем). Килеп чыккан ачыкорлыклылар корырак урыннарда үсә алган, чөнки аларның үрчүе суга бәйле булмаган.



94 нче рәсем. Беренче коры җир үсемлекләре



95 нче рәсем. Карбон флорасы

Беренче коры җир умырткасызлары күбаяклылар һәм үрмәкүчсыманнар булган. Алар ниндидер трилобитсыманнардан килеп чыккан булырга тиеш.

Девонда примитив казнаавызлы балыклар күренә башлаган. Алар кимерчәк скелетлы һәм панцирьлы булган. Алардан чын акулалар һәм чукканатлы балыклар килеп чыккан.

Атмосфера һавасын суларга һәм, йөзгечләреннән файдаланып, бер сулыктан икенче сулыкка шуышып күчеп йөрергә сәләтле чукканатлылардан беренче җир-су хайваннары, яки амфибияләр — *ихтиостегалар* һәм *стегоцефаллар* килеп чыккан (96 нчы рәсем).

Карбон урманнарының киң сазлыкларында аеруча җир-су хайваннары күптөрле булган. Беренче примитив бөҗәкләр — тараканнар, катыканатлылар, энә караклары күренә башлаган. Карбонда рептилияләрнең примитив формалары килеп чыккан һәм корырак урыннарга таралган.

Пермь периодында климат тагын да корылана һәм салкыная төшкән. Бу — эре абагасыманнарның юкка чыгуына китергән. Үсемлекләр арасында коры җирдә ачыкорлыклылар өстенлек иткән.

Пермьдә күп кенә эре диңгез моллюсклары, трилобитлар, эре балыклар, эре бөҗәкләр һәм үрмәкүчсыманнар

96 нчы рәсем. Беренче амфибияләр

үлеп беткән. Күп кенә җир-су хайваннары да үлгән, шуннан бирле алар бервакытта да хайваннарның күп санлы классы була алмаган. Шул ук вакытта рептилияләр классы вәкилләре күп санлы һәм күптөрле булганнар. Амфибияләр, рептилияләр һәм имезүчеләр билгеләрен берләштергән *терапсидлар* килеп чыккан. Ихтимал, алар имезүчеләрнең ыру башы булгандыр.

Кембрий. Ордовик. Силур. Девон. Карбон. Пермь. Трилобитлар. Риниофитлар. Чукканатлы балыклар. Стегоцефаллар. Ихтиостегалар. Терапсидлар.

1. Протерозой һәм палеозойда нинди ароморфозлар булган?
2. Үсемлекләрнең һәм хайваннарның судан коры җиргә чыгуына нинди шартлар булышлык иткән?
3. Үсемлекләрнең һәм хайваннарның судан коры җиргә чыгуына бәйле рәвештә нинди җайланмалары барлыкка килгән?
4. Абагасыманнарның карбонда көчле үсеш алуын һәм палеозой эрасы азагына акрынлап үлә баруын нәрсә белән аңлатып була?

8.7. Мезозойда тереклекнең үсеше

1. **Үлеп беткән сөйрәлүчеләрнең сезгә нинди төрләре билгеле?**
2. **Җылы канлы хайваннарның салкынканлылардан нинди өстенлекләре бар?**
3. **Ни өчен чәчәкле үсемлекләр ачыкорлыклылар белән чагыштырганда югарырак төзелешле төркем булып исәпләнә?**

Тереклекнең урта эрасы — мезозойны хаклы рәвештә ачыкорлыклылар, шулай ук суны, коры җир һәм һаваны яулап алган сөйрәлүчеләр өстенлек иткән эра дип атыйлар. Мезозой эрасын *триас, юра* һәм *акбур периодларына* бүләләр.

Триаста климатның корылана төшүенә бәйле рәвештә, сулыкларның саны кимегән. Бу — абагасыманнарның һәм күпчелек коры җир-су хайваннарының тулысынча диярлек үлеп бетүенә китергән. Аларның урынын шактый үсешкә ирешкән ачыкорлыклылар һәм сөйрәлүчеләр алган. Рептилияләр гаять күптөрле булган: ташбакалар, крокодил, ихтиозавр, плезиозавр, динозаврлар яшәгән. Динозаврлар триаста чагыштырмача зур булмаган: эреләре 5—6 м, ә вaклары тавык зурлыгында булган.

Күп санлы бөҗәкләр, шул исәптән оча торганнары да килеп чыккан. Диңгезләрдә аммонитлар, белемнитлар, кораллар, энәтиреләр киң таралган.

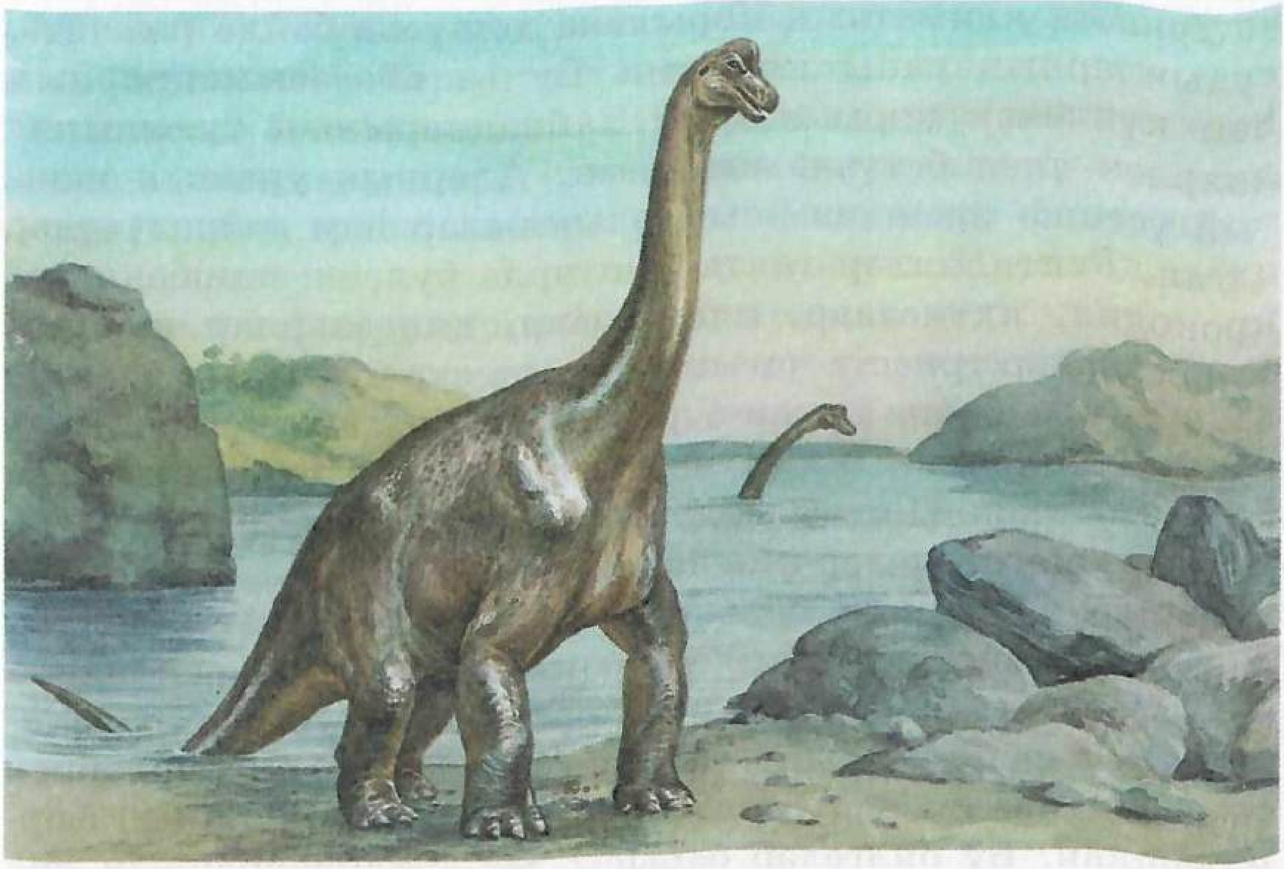
Триас ахырында беренче вак һәм примитив җылыканлылар вәкилләре килеп чыккан. Табигый сайланыш процессында аларда даими тән температурасы, балаларын сөт белән туендыру, дүрт камералы йөрәк, тешләрнең функцияләре буенча төрләнүе (дифференциациясе) формалашкан. Бу билгеләр барысы да — хайваннарның яңа классы — имезүчеләр килеп чыгуын билдергән ароморфозлар.

Юра периодында динозаврлар төрлелекнең иң югары ноктасына ирешкән һәм чын мәгънәсендә планетаның хуҗаларына әверелгән (97, 98, 99 нчы рәсемнәр).

Иң эре динозавр — кайчандыр яшәгән коры җир хайваннарының иң эресе — брахиозаврның озынлыгы 30 м дан арткан һәм массасы 50 т га кадәр җиткән. Аның койрыгы һәм муены озын, башы кечкенә, ә гәүдәсе гаять зур булган. Ул күп вакытын суда үткәргән. Бөтенләй тешсез дип әйтерлек брахиозаврлар яр буйларында үскән сусыл үсемлекләр белән тукланганнар (97 нче рәсем). Үсемлек белән тукланучы диплодоклар һәм бронтозаврлар да гигант зурлыкта булган.

Ерткыч динозаврлар арасында иң эресе һәм куркынычлысы тираннозавр булган. Аның биеклеге 6 м, озынлыгы 10 м, массасы 10 т га кадәр җиткән. Ул, йөргәндә көчле койрыгына таянып, ике арт аягында йөргән, ал аяклары кыска булган. Тираннозаврның гаять зур казналыкларында йөзләгән эре һәм үткен тешләр урнашкан (98 нче рәсемне карагыз).

Диңгез кәлтәләре гаять күптөрле булганнар. Алар арасында аеруча билгелеләре: тән төзелеше белән акула һәм дельфинга охшап торган ихтиозаврлар һәм киң гәүдәле,

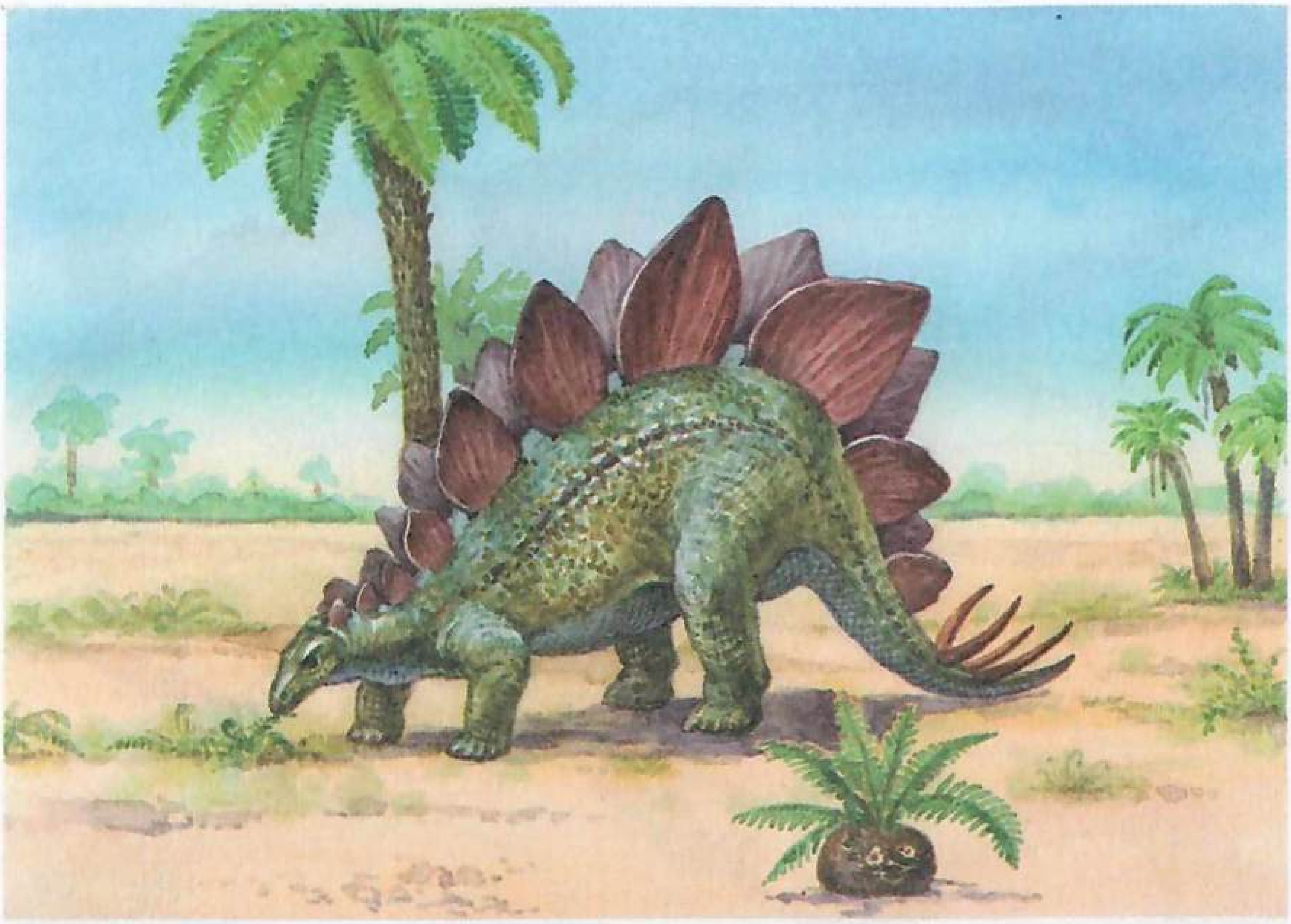


97 нче рәсем. Брахиозавр

98 нче рәсем. Тираннозавр (унда)

озын ишкәгаяклы, елансыман муенлы хайваннар — плезиозаврлар булганнар.

Очкалак кәлтәләрнең чыпчык зурлыгындагылары да, канат колачы 15 м га җиткән гигантлары да булган (100 нче рәсем).



99 нчы рәсем. Стегозавр

Юра периодында күп яктан рептилияләрне хәтерләткән беренче кошлар килеп чыккан.

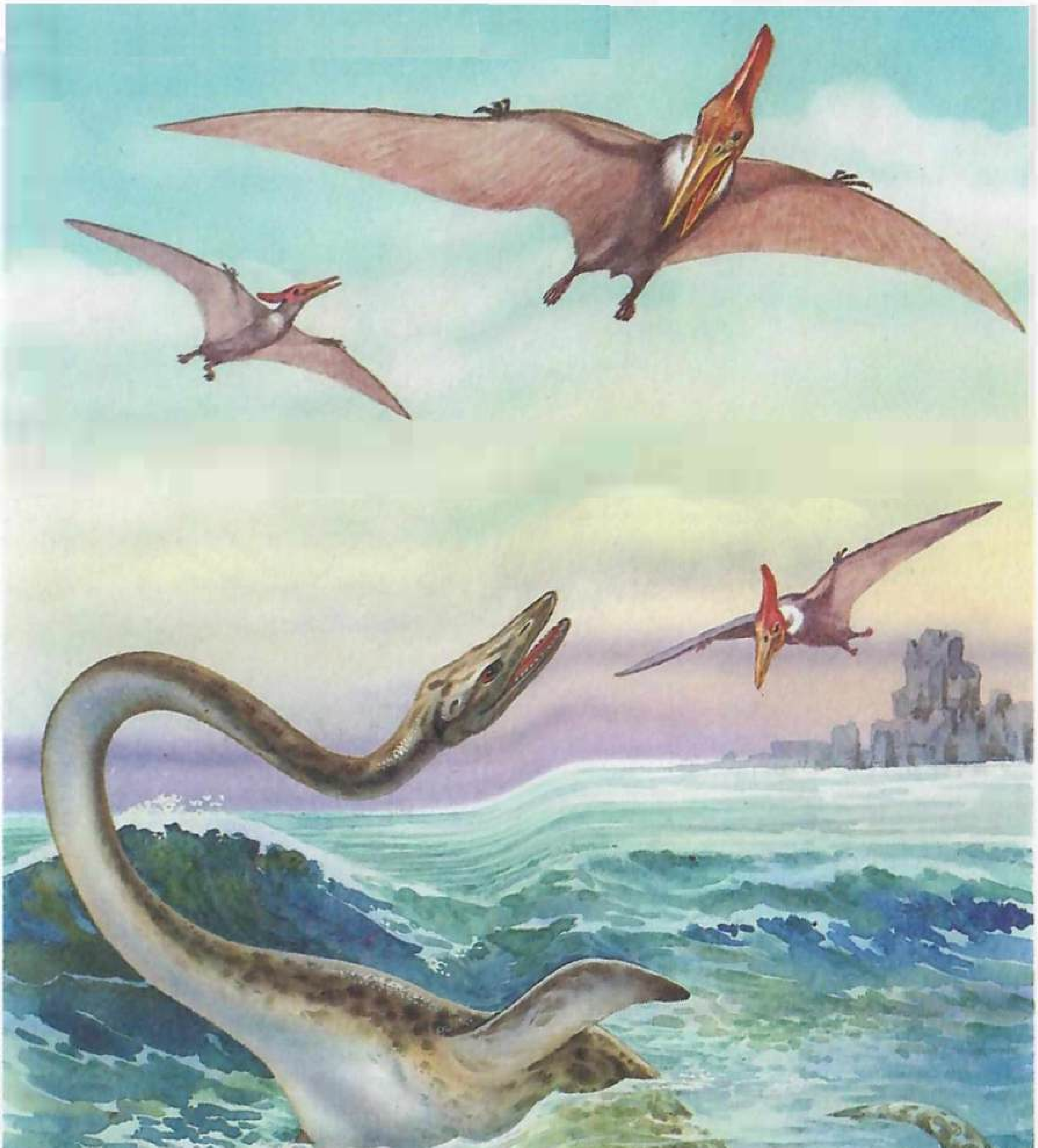
Акбур периодында, ачыкорлыклыларны кысрыклап, ябык орлыклы үсемлекләр барлыкка килгән һәм бик тиз таралган.

Акбур периоды кошларының әле тешләре сакланган булган, ләкин алар башка яклары белән хәзергеләрдән аерылмаганнар.

Акбур периоды уртасында сумкалылар һәм плацентар имезүчеләр килеп чыкканнар.

Акбур периодының азагында шактый хайван төрләренең күпләп юкка чыгуы күзәтелгән. Диңгезләрдә аммонитлар һәм белемнитлар, шулай ук диңгез кәлтәләре үлеп беткәннәр. Коры җирдә күп төрләр, шул исәптән динозаврлар да юкка чыкканнар. Сөйрәлүчеләрдән бары тик экваториаль өлкәләрдә генә эре вәкилләре — крокодиллар, ташбакалар һәм гаттерияләр сакланып калганнар. Күпчелек исән калган сөйрәлүчеләр (еланнар, кәлтәләр) зур булмаганнар.

Акбур периодының азагында күп төрләрнең ни өчен тиз һәм күпләп үлүен аңлату авыр. Күпчелек галимнәр моны



100 нче рәсем. Диңгез кәлтәләре һәм очкалак кәлтәләр

климат үзгәрү белән бәйле. Гомуми салкынаю шартларында өстенлекне җылыканлылар — кошлар һәм имезүчеләр алып, кайнозой эрасында алар нык үрчеп киткәннәр.

Триас. Юра. Акбур. Динозаврлар.
Сумкалы һәм плацентар имезүчеләр.

1. Мезозойда нинди ароморфозлар булган?
2. Борынгы сөйрәлүчеләргә төрле яшәү тирәлекләрен үзләштерергә аларның нинди аерым җайлашулары (идиоадаптацияләр) ярдәм иткән?
3. Ябыкорлыклыларның тиз таралуына нәрсә булышлык иткән?

8.8. Кайнозойда тереклекнең үсеше

1. **Сумкалы имезүчеләрнең плацентальлылардан аерымлыгы нәрсәдә?**
2. **Кеше эволюциясенә нинди факторлар йогынты ясаган?**
3. **Акыллы кешене хайван төрләреннән нык аерып торган билге нәрсәдән гыйбарәт?**

Кайнозой — яңа тереклек эрасы. Ул 67 млн ел элек башланган һәм хәзергә кадәр дәвам итә. Кайнозой эрасын периодларга: *палеоген, неоген* һәм *антропогенга* бүләләр. Без антропогенда яшибез, ул 2,5 млн ел чамасы дәвам итә.

Кайнозой эрасы — ябык орлыклы үсемлекләр, бөҗәкләр һәм югары төзелешле хайваннар: кошлар, имезүчеләр нык үсеш алган чор.

Палеогенда климат тигез, тропик булган. Бөтен Европа тулысынча мәңге яшел тропик урманнар белән капланган һәм бары тик төньяк өлкәләрдә генә яфрагын коя торган төрләр үскән. Бу вакытта инде чәчәкле үсемлекләрнең барлык төп төркемнәре формалашып беткән.

Өстенлекне имезүчеләр алган, коры җирдә, һавада һәм суда төрле яшәү шартларына җайлашып, алар мезозой сөйрәлүчеләрен алмаштырган кебек булган.

Сумкалы һәм плацентaлы имезүчеләр параллель үсеш алган. Плацентaлыларга кергән бөҗәк ашаучыларның ниндидер төркеменнән ерткычлар, примитив тояклылар килеп чыккан.

101 нче рәсем. Мамонтлар

102 нче рәсем. Кылыч тешле юлбарыс тояклы хайваннарны аулый

Неогенда хоботлылар, пар- һәм тактояклылар, хәзерге ерткычларның барлык төркемнәре һәм китсыманнар килеп чыккан. Бөҗәк ашаучыларның төрле төркемнәреннән, бер-берсенә бәйсез рәвештә, кулканатлылар, приматлар, кимерүчеләр һәм имезүчеләрнең башка отрядлары барлыкка килгән. Кошлар һәм сөякле балыклар чиктән тыш төрле һәм күп санлы булган.

Салкынаю нәтиҗәсендә җылы яратучан үсемлекләр экваторга чигенгән, ә аларның урынын салкынга чыдам, яфрагын коючан төрләр алган. Климат тагын да корыланган саен, урманнар үләнчел үсемлекләр белән капланган ачык пространстволарга урын бирә барган.

Неоген уртасында кешесыман маймылларның һәм кешеләрнең нәсел башы формалары киң таралган. Урманнар кыскару процессына бәйле рәвештә, борынгы маймылларның кайбер төркемнәре агач башларыннан җиргә төшкән һәм ачык пространстволарны яулап ала башлаган.

Антропогенда көчле салкынаю булган. Евразия һәм Төньяк Америка дүрт тапкыр көчле бозлануга дучар булган. Соңгы бозлык чоры 10 мең еллар элек беткән.

Салкын климатка җайлашкан үсемлекләр һәм хайваннар таралганнар. Бу периодның хайваннары арасында мамонтлар, йонлач мөгезборыннар, мәгарә аюлары, кылыч тешле юлбарыслар, бизоннар, сарык-үгезләр һәм күп кенә башкалар (101, 102 нче рәсемнәр) яшәве билгеле.

103 нче рәсем.
Зур мөгезле болан

Антропогенның эре имезүчеләре үлеп бетүне кайчак борынгы аучылар эшчәнлеге белән бәйлиләр. Алар мамонтларны, йонлач мөгезборыннарны, зур мөгезле торфлык боланнарын һәм башкаларны юк иткәннәр (103 нче рәсем). Күп кенә ерткычларның юкка чыгуы алар туклана торган эре тояклыларның кеше тарафыннан кырып бетерелүе белән аңлатыла.

10 мең еллар элек кеше вак-төяк җыеп һәм ау белән көн итүдән игенчелеккә һәм терлекчелеккә күчкән. Шул вакыттан башлап, биосферада барган төп үзгәрешләр һәрхәлдә кешенең хуҗалык эшчәнлеге белән бәйләнгән.

Палеоген. Неоген. Антропоген.

?

1. Палеогенда хайваннар һәм үсемлекләр дөньясында нинди үзгәрешләр барган?
2. Неогенда организмнар эволюциясендә аеруча әһәмиятле нинди вакыйгалар булган?
3. Борынгы кеше әйләнә-тирә табигатькә нинди йогынты ясаган?
4. Хәзер яши торган организмнарга иң зур йогынтыны нинди факторлар ясый?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Безнең планетада тереклекнең барлыкка килүе һәм үсеше турындагы сорау кешене бик борынгы заманнардан бирле кызыксындырып килгән. Тереклекнең килеп чыгуы турындагы төрле күзаллауларны биш гипотезага берләштерергә мөмкин:

1) креационизм — тереклекнең Алла тарафыннан яратылуы;

2) үзлегеннән туу — тере организмнар терек булмаганнан үзлегеннән килеп чыга;

3) стационар халәт гипотезасы — тереклек һәрвакыт булган;

4) панспермия гипотезасы — безнең планетага тереклек читтән килгән;

5) биохимик эволюция гипотезасы — тереклек химик һәм физик законнарга буйсынган процесслар нәтиҗәсендә барлыкка килгән.

Хәзерге вакытта күпчелек галимнәр тереклекнең биохимик эволюция процессында абиоген юл белән барлыкка килү идеясен яклыйлар.

Тереклек, хәзерге күптөрлелегенә ирешкәнче, озын юл узган, аны өч этапка бүлеп күрсәтәләр: химик, биологиягә кадәрге һәм биологик эволюция.

Планета буларак, Җирнең яше 5 млрд еллар белән исәпләнә. Аның тарихы озын дәверләргә — эраларга (катархей, архей, протерозой, палеозой, мезозой һәм кайнозойга) бүленә. Эралар үзләре — периодларга, периодлар эпохаларга бүленә.

Биологик эволюция Җирдә инде 4 млрд ел чамасы дәвам итә. Бу вакыт эчендә тере организмнарның прокариотлардан алып кешегә кадәр бихисап күп формалары барлыкка килгән.

3. Экология нигезләре

Җирдә яшәүче организмнар гаять күптөрле. Үсемлекләр арасында без бик кыска гомерле микроскопик суүсемнәрне, берьеллык вак чәчәкле үсемлекләрне, эрерәк күпьеллык чәчәкле үсемлекләрне, гигант борынгы секвойяларны очрата алабыз. Суда йөзеп йөрүче бик кечкенә кысласыманнар, медузалар, диңгез йолдызлары, ике капкачлы моллюсклар, коңгызлар, кәлтәләр, бакалар, чыпчыклар, карчыгалар, бүреләр, боланнар, буйволлар, китлар — бу әле хайваннар дөньясы вәкилләренең һич тә тулы исемлеге түгел.

Тере организмнарның төзелешендә, яшәү рәвешендә, физиологияләре үзенчәлекләрендә кискен аерымлыклар булуга карамастан, аларның барысын да бернәрсә: тышкы факторлар йогынтысына җавап бирүләре берләштерә.

Бүлекнең эчтәлеге сезне хәзерге экологиянең кайбер проблемалары белән генә таныштыра, чөнки бу өлкәнең мәнфәгатьләре гадәттән тыш киң. Экология биологиянең башка тармаклары белән тыгыз бәйләнгән. Биологик дөньяның организмнан өстә торган формаларын, ягъни популяцияләрне, бергәлекләр, биогеоценозлар һәм, ниһаять, биосфераны өйрәнү дә экологиянең төп предметы булып тора. Шуңа күрә бу дәреслекнең 4, 5 һәм 6 нчы бүлекләрен өйрәнгәндә алган белемнәрегезне бер үк дәрәҗәдә экологик белемнәргә кертергә мөмкин.

9 нчы бүлек

Организм һәм тирәлек

Бу бүлектән сез

- *экологик шартлар һәм экологик ресурслар, бу төшенчәләр арасындагы охшашлык һәм аерымлык турында;*
- *организмнарның үзләре яши торган тирәлеккә җайлашучанлыгы ничек чагылуы;*
- *биотик үзара мөнәсәбәтләр һәм төрнең яшәешендә аларның нинди роль уйнавы;*
- *организмнарның сан ягыннан тирбәнешләре нинди факторларга бәйле булуы һәм табигатьтә экологик регуляциянең ничек тормышка ашырылуы турында*

белерсез

9.1. Экологик факторлар. Тирәлек шартлары

1. Ни өчен хайваннар һәм үсемлекләрнең күп төрләре һәр җирдә очрамый?
2. Табигать факторларыннан тыш, тагын нинди факторлар организмнарның таралу өлкәсенә һәм санына йогынты ясый ала?

Экологик факторлар дип хайваннар һәм үсемлекләрнең санына һәм географик таралышына турыдан-туры яки читләтеп йогынты ясаучы теләсә нинди факторларны атыйлар.

Экологик факторлар табигате буенча да, тере организмнарга йогынтысы буенча да күптөрле. Организмга тәэсир итүче барлык факторлар җыелмасын шартлыча зур өч төркемгә аералар: абиотик, биотик һәм антропоген.

Абиотик факторлар — терек булмаган табигать факторлары: барыннан да бигрәк климатик (кояш яктысы, температура, һаваның дымлылыгы) һәм җирле (рельеф, туфракның үзлеге, тозлылык, агымнар, җил, радиация h.б.) факторлар. Бу факторлар, яктылык һәм җылылык кебек, организмга турыдан-туры, яисә яктылык, дымлылык, җил h.б. туры факторлар тәэсиренә сәбәпче булып торган рельеф кебек, читләтеп йогынты ясарга мөмкин.

Биотик факторлар — тере организмнарның бер-берсенә йогынты ясавының һәртөрле формалары: үсемлекләрнең бөҗәкләр ярдәмендә серкәләнүе, бер организмның икенчесен ашавы, алар арасында теге яки бу төр ресурслар (азык, пространство, яктылык h.б.) өчен барган конкуренция, паразитлык h.б.

Антропоген факторлар — кеше эшчәнлегенең, әйләнәтирәгә йогынты ясап, тере организмнарның яшәү тирәлеге шартларын үзгәртә яки үсемлекләр һәм хайваннарның аерым төрләренә турыдан-туры йогынты ясый торган формалары. Иң мөһим антропоген факторларның берсе булып табигатьне пычрату санала.

Тирәлек шартлары, яки экологик шартлар дип тирәлекнең вакыт эчендә һәм пространствода үзгәреп торган абиотик факторлары атала, аларның көченә бәйле рәвештә организм бу факторларның йогынтысына төрлечә җавап бирә.

Тирәлек шартлары организмга билгеле бер чикләүләр куя. Сулыкларда яшел үсемлекләрнең тереклеге су катламы аша үтеп кергән яктылык күләменә бәйле, һава сулаучы хайваннарның тереклеге кислород булуга бәйләнгән, температура активлыкны билгели һәм күп организмнарның үрчүен контрольдә тота.

Организмнарның яшәү шартларын билгеләүче иң әһәмиятле факторлар булып бөтен төр тирәлектә дә температура, дымлылык һәм яктылык исәпләнә.

Температура. Организмнарның теләсә нинди төре температураның билгеле бер интервалы чикләрендә генә яшәргә сәләтле, шул чикләрдә генә температура шартлары организмның яшәве өчен аеруча уңайлы, ә аның тереклек функцияләре активрак була. Температура интервалы чикләренә якынайган саен, тереклек процесслары сүлпәнләнә, ә чигеннән чыкса, бөтенләй туктала — организм үлә.

Температурага чыдамлылык чикләре төрле организмнарның төрлечә. Кайбер төрләр температураның шактый тирбәнешләренә чыдарга сәләтле. Мәсәлән, лишайниклар һәм күп кенә бактерияләр төрле температурада яши ала. Хайваннар арасында иң зур температура диапазонына җылыканлылар чыдый. Юлбарыс, мәсәлән, Себер салкынын да, Һиндстан яки Малайя архипелагының тропик өлкәләре эссесен дә бер төрле яхшы кичерә.

Коры җир-һава һәм хәтта су тирәлегендә дә температура даими булып калмый һәм, ел фасылына яки тәүлек вакытына бәйле рәвештә, нык үзгәрергә мөмкин. Тропикларда температураның тәүлеклек тирбәнешләре сезонныкына караганда көчлерәк булырга мөмкин. Һәм киресенчә, уртача өлкәләрдә температура елның төрле фасылларында шактый аерыла.

Дымлылык. Терек табигать үз тарихының күбрәк вакыты дәвамында суда яшәүче организмнардан гына торган. Коры җирне яуласалар да, алар суга бәйлелекләрен югалтмаганнар. Су — һәрбер тере организмның состав өлеше, ул аның нормаль эшләп торуы өчен кирәк.

Үсемлекләр үзләренә кирәкле суны тамырлары ярдәмендә суыралар. Лишайниклар су парларын һавадан алырга сәләтле. Барлык коры җир хайваннары, организмнан парга әйләнү яки бүленеп чыгу исәбенә югалган суны тулыландыру өчен, аның һаман да кереп торуына мохтаҗ. Аларның күбесе су эчә, икенчеләре, мәсәлән амфибияләр, кайбер бөҗәкләр һәм талпаннар суны тән япмасы аша сыек яки парсыман хәлдә суыралар. Суны шактый катлаулы юл белән — майлар оксидлашу процессында алучы хайваннар очрый, мәсәлән, дөя һәм бөҗәкләрнең кайбер төрләре — дөге һәм бөртек коңгызлары (филчекләр), кием көясе. Хайваннарның, үсемлекләрнеке кебек үк, суны бәрәкәтле файдалану өчен, күп кенә җайланмалары бар.

Яктылык. Кояш яктысы терек табигать өчен бердәнбер энергия чыганагы булып хезмәт итә.

Температура яки дымлылык белән чагыштырганда, яктылык хайваннарга турыдан-туры йогынты ясамый диярлек. Ул фәкать организмда барган процесслар үзгәрүенә сигнал булып кына хезмәт итә һәм организмнарга тышкы шартлар үзгәрешләренә яхшырак җавап бирергә мөмкинлек тудыра.

Яктыртылу шартлары күп кенә хайваннарда яктылыкка уңай яки тискәре реакция китереп чыгара. Кайбер бөҗәкләр (төнге күбәләкләр) яктыга оча, икенчеләре (тараканнар) аннан качалар. Көн белән төн алмашыну иң зур экологик әһәмияткә ия. Күп хайваннар фәкать көндезге яшәү рәвешен генә (күпчелек кошлар), икенчеләре фәкать төнге яшәү рәвеше генә (күп кенә вак кимерүчеләр, ярканатлар һ.б.) алып баралар. Су катламнарында йөзеп йөрүче вак кыслачыклар төнлә су өстендә эленеп торалар, ә көндезен, артык яктыдан качып, тирәнгә төшәләр.

Икенчел климатик факторлар — җил, атмосфера басымы, диңгез өсте тигезлегенең биеклеге һ.б.ның әһәмияте шулай ук зур. Җил читләтеп тәэсир итү көченә ия: ул, парга әйләнүне көчәйтеп, организмны сусызландыра; көчле җил шулай ук суынуга булышлык итә. Салкын урыннарда, биек тауларда яки поляр өлкәләрдә бу аеруча әһәмиятле.

Антропоген факторлар. Пычраткыч матдәләр. Антропоген факторлар гаять күптөрле. Кеше юллар салып, шәһәрләр төзеп, авыл хуҗалыгы белән шөгыльләнеп,

елгаларны буып һәм башкача терек табигатькә йогынты ясый. Әйләнә-тирәнең кеше эшчәнлегенә бәйле иярчен, еш кына агулы продуктлар белән пычрануы гадәти күренешкә әйләнеп бара. Завод һәм электростанция морҗаларыннан чыккан күкерт диоксиды, рудниклар янында ташланган яки автомашиналардан чыккан газлардагы металл (бакыр, цинк, кургаш) кушылмалары, нефть ташый торган суднолар танкерларын юдырганнан соң сулыкларга аккан нефть продуктлары калдыклары — болар организмнарның, бигрәк тә үсемлекләрнең таралуын чикли торган пычраткыч матдәләрнең кайберләре генә әле.

Күп кенә пычраткыч матдәләр, агу буларак тәэсир итеп, үсемлек һәм хайваннарның күп төрләре үлеп бетүгә китерә. Икенчеләре туклану чылбырлары буйлап күчәргә, организмнар тәнендә тупланырга, геннар мутацияләрен китереп чыгарырга мөмкин һәм боларның нәтиҗәсен фәкать киләчәктә генә бәяләп булачак. Кагыйдә буларак, табигатьнең пычрануы төрләр байлыгының ярлылануына һәм биоценозлар тотрыклылыгы бозылуга китерә.

Абиотик, биотик, антропоген факторлар. Экологик шартлар. Температура. Дымлылык. Яктылык. Икенчел климатик факторлар. Пычраткыч матдәләр.

?

1. «Экологик факторлар» төшенчәсенә билгеләмә бирегез. Экологик факторлар классификациясен төзегез, мисаллар китерегез.
2. Организмнарның төрле төрләренә температура нинди йогынты ясый?
3. Хайваннар һәм үсемлекләр үзләренә кирәкле суны ничек алалар?
4. Организмнар төрлечә яктыртылуга ничек җавап бирә?
5. Пычраткыч матдәләр организмнарга ничек тәэсир итә?

9.2. Экологик факторларның организмнарга йогынтысының гомуми закончалыклары

1. Ни өчен филләр Төньяк Боз океаны ярларында, ә ак аюлар тропикларда очрамый?
2. Ни өчен оранжереяларда билгеле бер температура һәм дымлылыкны саклау мөһим?

Теләсә нинди организм билгеле бер температура чикләрендә генә яши ала, сез инде моны беләсез. Әгәр тирәлек температурасы артык түбән яки артык югары булса, организм үлә. Температура иң соңгы чигенә якын булган урыннарда бу төр вәкилләре сирәк очрый, ләкин температура уртача, ягъни алар өчен оптималь күрсәткеченә якынайса, организмнарның саны арта.

Бу закончалык теге яки бу тереклек процесслары барышына йогынты ясый торган теләсә нинди башка фактор (дымлылык, җил көче, агым тизлеге һ.б.) өчен дә дөрес.

Әгәр графикта теге яки бу процесс тизлеген (сулау, хәрәкәтләнү, туклану һ.б.ны) характерлаучы кәкрене, тышкы тирәлек факторларының берсенә бәйләп (әлбәттә, бу фактор төп тереклек процессларына йогынты ясаган хәлдә) сурәтләсәк, бу кәкре һәрвакыт диярлек кыңгырау формасында булыр (104 нче рәсем).

Рәсемдә сурәтләнгәннәргә охшаш кәкреләрне *толерантлык* (латинча tolerantia — түзү) *кәкреләре* дип атыйлар. Аларның түбә торышы бу процесс өчен оптималь шартларны күрсәтә. Кайбер төрләр өчен түбәсе бик очлы кәкреләр характерлы; бу алар өчен уңайлы шартларның диапазоны бик тар булуны аңлата. Сөзәк кәкреләр толерантлыкның киң диапазонына, ягъни әлеге факторга тотрыклы булуга туры килә.

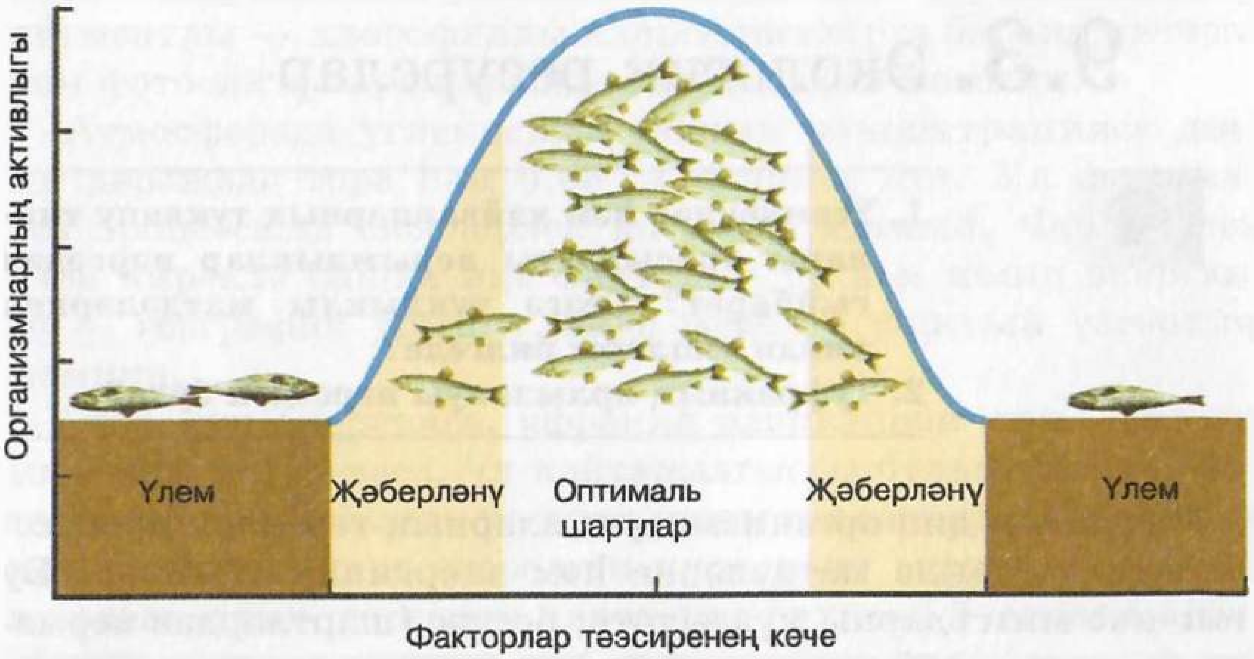
Күп факторларга тотрыклылык чикләре киң булган организмнарның, әлбәттә, киңрәк таралуга ышанычы бар.

Киң таралган төрләрнең төрле климат зоналарында тереклек итүче популяцияләре еш кына үзләре яшәгән урынның шартларына яхшырак җайлашкан булып чыга.

Бу аларның температурага, яктылыкка яки башка факторларга чыдамлылыкның төрле чикләре белән характерлана торган локаль формалар, яки *экотиплар* барлыкка китерә алу сәләте белән бәйләнгән.

Экотип мисалы сыйфатында медуза төрләренең берсен тикшерик. Белгәнегезчә, медузалар суда ракета сыман — үзәк куышлыктан суны этеп чыгаручы мускулларның ритмлы кыскаруы ярдәмендә хәрәкәтләнә. Пульсациянең оптималь тизлеге — минутка 15—20 кыскару. Төньяк киңлекләрдә тереклек итүче медузаларның бер төре, көньяк киңлекләрдә яшәүче шул ук төр медузалары кебек, суның температурасы төньякта 20 °С ка түбәнрәк булган очракта да, бер үк тизлектә хәрәкәтләнә. Бу медузаларның һәр ике формасы да җирле шартларга яхшы җайлаша алуын аңлата.

Минимумлык законы. Теге яки бу биологик процессның интенсивлыгы еш кына әйләнә-тирәнең ике яки күбрәк факторына сизгер булып чыга. Бу очракта, организмның ихтыяҗларыннан чыгып караганда, минималь микъдарда таләп ителгәне хәлиткеч әһәмияткә ия була. Бу гади генә кагыйдәне минераль ашламалар турындагы фәнгә нигез салган немец химигы һәм агрохимигы *Юстус Либих* (1803—1873) чыгара һәм аны *минимумлык законы* дип атый.



104 нче рәсем. Толерантлык кәкресе

Ю. Либих, минераль ашламаларны өйрәнеп, әгәр туфракта төп туклану элементларының берсе — теләсә кайсысы җитмәсә дә, үсемлекләрнең уңышы чикләнергә мөмкин булуы турында әйтә.

Тирәлекнең төрле факторлары үзара тәэсир итешә ала, ягъни бер матдәнең җитмәве икенче матдәләр дефицитына китерергә мөмкин. Мәсәлән, туфракта дым җитмәве үсемлекләргә аларның туклануы өчен кирәкле башка матдәләрнең керүен чикли. Шуңа күрә минимумлык законын тулаем түбәндәгечә әйтергә мөмкин: тере организмнарның уңышлы сакланып калуы шартлар комплексына бәйле; тирәлекнең шул төр организмнары өчен чыдамлылык чигенә якынайган яки аннан узган теләсә нинди торышы чикләүче, яки лимит билгеләүче фактор булып тора.

Толерантлык. Экотиплар. Лимит билгеләүче факторлар. Минимумлык законы.

?

1. Организмнарның толерантлыгы нәрсә ул?
2. Лимит билгеләүче фактор дип нинди факторларны атыйлар?
3. Минимумлык законы нәрсә ул?

9.3. Экологик ресурслар

1. Үсемлекләр һәм хайваннарның туклану типлары арасындагы аерымлыклар нәрсәдән гыйбарәт? Сезгә туклыклы матдәләрнең нинди типлары билгеле?
2. Туфракның ярлылануы нәрсәдән була?

Ресурслар дип организмнарга аларның тереклек процессларына кирәкле матдәләрне һәм энергияне атыйлар. Бу төшенчә микъдарны күздә тота; ресурс (шартлардан аермалы буларак) файдаланылырга һәм бетәргә мөмкин. Тереклек ияләре ресурсы — башлыча аларның тәннәрен төзүгә

китә торган матдәләр һәм аларның тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле энергия. Кайчак пространствоны да ресурсларга кертәләр (әгәр пространствога ия булу организмның яшәве өчен кирәк булса).

Яшел үсемлекнең тәне неорганик матдәләр молекулаларыннан төзелә. Бу матдәләр яшел үсемлекнең *азык ресурсы* булып тора. Тәнен төзү өчен, үсемлеккә энергия таләп ителә, ул аны кояш нурланышыннан фотосинтез вакытында ала. Кояш нурланышы ул — *энергетик ресурс.* Яшел үсемлекләр үзләре үлән белән туклануучы хайваннар өчен азык ресурслары булып торалар, ә бу хайваннар үз чиратында ерткычлар, паразитлар өчен, ә үлгәннән соң, үләксәдә тупланган энергия һәм матдәне файдаланучы микроорганизмнар өчен азык ресурслары булып хезмәт итә.

Әйтелгәннәрдән күренгәнчә, бер үк фактор (кояш нурланышы) шарт буларак та, ресурс буларак та каралырга мөмкин.

Кояш нурланышы энергетик ресурс буларак. Табигатьтә яшел үсемлекләр өчен тереклек процессларында алар файдалана алган бердәнбер энергия чыганагы булып кояш нурланышы хезмәт итә. Үсемлеккә килеп җиткән бу нур энергиясе агымы туры, башка предметлардан кайтарылган яки алар аша үтәли узган булырга мөмкин.

Нур энергиясе агымы үз юлында үсемлек яфрагына туры килсә, агым өлешчә кайтарылырга, үткәрелергә һәм йотылырга мөмкин. Йотылган энергиянең бер өлеше яшел пигментлы — хлорофиллы хлоропластларга барып җитәргә һәм фотосинтез процессында катнашырга мөмкин.

Атмосферада углекислый газның концентрациясе даими дәрәҗәдә тора һәм 0,03 % тәшкил итә. Ул фотосинтез процессына сизелерлек йогынты ясамый. Фотосинтез өчен кирәкле башка ике фактор — су һәм кояш энергиясе — географик урынга бәйле рәвештә шактый үзгәрергә мөмкин.

Әгәр нур энергиясе, яфракка эләккәннән соң, шул ук мизгелдә йотылмаса, ул кайтарылгысыз булып югала. Фотосинтез процессында углерод кушылмаларының (глюкоза) химик энергиясенә әверелгән нурланыш энергиясе үзенең җирдәге юлын, тереклек ияләренең бихисап буыннары аша әйләнеп йөргән углерод һәм су молекулаларыннан аермалы буларак, бер генә тапкыр үтә.

Азык ресурслары. Фотосинтез процессында, нурланыш энергиясеннән тыш, үзара катлаулы реакцияләргә кергән углерод диоксиды һәм су да катнаша.

Үсемлекләр өчен азык ресурсларының әһәмиятле төре булып туфрактан үзләштергән (әгәр үсемлек туфракта үсә торган булса) яки судан алган (әгәр су үсемлеге булса), минераль туклану элементлары исәпләнә. Аларга азот, фосфор, күкерт, кальций, магний, тимер һ.б. керә. Санап үтелгән элементлар, һичшиксез, хайваннарга да кирәк, ләкин аларга бу элементлар үсемлекләрдән яки хайваннардан алынган органик азыклар белән керә.

Экологик ресурслар. Энергетик ресурслар. Азык ресурсы.

?

1. «Шартлар» һәм «ресурслар» төшенчәләре арасындагы аерымлыклар нәрсәдән гыйбарәт?
2. Хайваннар һәм үсемлекләр ресурсларының сезгә билгеле төрләрен санап чыгыгыз.
3. Теге яки бу төрдәге ресурс лимит билгеләүче фактор була аламы?
4. Азык ресурсларының охшаш төрләре булган хайваннарны санап чыгыгыз.

9.4. Организмнарның төрле яшәү шартларына җайлашулары

1. **Үсемлекләр кырыс шартларда яшәүгә ничек җайлаша?**
2. **Суда тереклек итүче имезүчеләр коры җирдә яшәүчеләрдән нәрсәсе белән аерыла?**

Организмнар төзелешенең һәм яшәү рәвешенең тереклек итү тирәлегенә бәйлелеге. Төрле организмнар төрле тирәлекләргә тәртипсез таралмаган: тирәлек белән орга-

низм арасында ярашканлык күзәтелә. Ул охшаш шартларда тереклек итүче, ләкин эволюция агачының төрле тармакларына караган организмнарның төзелешендәге һәм яшәү рәвешендәге охшашлыкта чагыла: алар арасында уртак билгеләр яки үзлекләр килеп чыгуын аңлатырга нигез булырлык ырудашлык бәйләнеше юк. Организмнарның экологик торышы ничектер аларның үзләрендә эз калдырган кебек була.

Организмнарның тышкы төзелешендәге үзгәрешләр — яшәү шартларына җайлашуның иң ачык мисалы. Сезгә билгеле булганча, охшаш яшәү рәвеше алып барган һәм табигый бергәлекләр структурасында охшаш урын алып торган төрле төрләрнең төзелеш типлары якын, һәм алар *тереклек формалары* дип аталган төркемнәргә берләшәләр (105 нче рәсем).

105 нче рәсем. Хайваннарның тереклек формалары

Систематик яктан бер-берсеннән ерак торган төрләрнең: мәсәлән, кушаяк һәм кеңгерәнең, дельфин һәм балыкларның, кошлар һәм ярканатларның, суалчаннар һәм еланнарның һ.б.ның охшаш тереклек формалары барлыкка килергә мөмкин.

Җыйнак тән, кыска койрык, кыска очлыклар (алгылары бик көчле һәм көрәккә охшаган), начар күрүчән күзләр, кыркылган сыман кыска мех — бу билгеләр үзләре үк сүзнең җир астында туфрак казып яши торган җәнлек турында баруын күрсәтә. Ул урман сукыр тычканы, дала күзсез тычканы, Австралия сумкалы сукыр тычканы яки шуңа охшаш яшәү рәвеше алып барган башка имезүче хайван булырга мөмкин.

Казучы бөҗәкләр — аючикерткәләр шулай ук җыйнак тәнле, аларның көчле алгы очлыклары бар һәм тышкы кыяфәтләре буенча кечкенә сукыр тычканны хәтерләтәләр.

Ырудашлыкта бер-берсеннән ерак торган бу хайваннарның охшашлыгы башлыча тышкы тирәлек белән турыдан-туры контактта булган органнарга кагыла һәм эчке системалар төзелешендә сизелми диярлек.

Яшәү ритмы. Организмнар белән тирәлек арасында тәңгәллек саклануда морфологик үзенчәлекләр генә түгел, ә бәлки физиологик һәм үз-үзләрен тоту реакцияләре дә мөһим роль уйный. Вакыт узу белән, теләсә нинди экологик шартлар үзгәрә. Бу үзгәрешләр төрле характерда булырга мөмкин: *циклик,* ягъни азмы-күпме тигез вакыт араларында кабатланучан, *юнәлешле,* ягъни билгеле бер якка гына үзгәрүчән, яки *хаотик,* ягъни билгесез, алдан әйтеп булмый торган. Организмның төзелеше дә, аның үз-үзен тотышы да, әгәр тышкы шартлар белән бергә үзгәрмәсә, аларга туры килмәскә мөмкин.

Тәүлек эчендә көн белән төн, суның күтәрелүе белән чигенүе чиратлашкан кебек, ел фасылларының алмашынуы да, периодик рәвештә кабатланып, циклик үзгәреш булып тора. Циклик үзгәрешләрнең кабатланучан йогынтысы организмнарда үзенчәлекле физиологик ритмнар барлыкка китерә, һәм алар шулай ук циклик характерда була. Шундыйлардан, мәсәлән, яфрак коючан агачларның ел саен яфрак коюын, су күтәрелү зонасында яшәүче хайваннарның (мәсәлән, крабларның) күчүендә күтәрелү-чигенү

ритмын, имезүчеләрнең сезонлы йон алмаштыруын әйтергә мөмкин.

Организмнарның циклик үзгәрешләргә (яшәү рәвеше, физилогик процессларның тизлеге, тышкы һәм эчке төзелеш үзенчәлекләре) сәләте шулай ук эволюция процессында табигый сайланыш юлы белән барлыкка килгән. Тере организмнар, әлбәттә, киләчәк үзгәрешләрне алдан күрә алмый. Аларның яшәү рәвеше бик күп элгәр буыннарның яшәү тарихын чагылдыра, аның барышында организмнарның тереклек итү шартларына иң яхшы җавап биргән үзлекләре ныгып кала.

Организмның әйләнә-тирәдәге циклик үзгәрешләрне кичерү ысулы аның күпме яшәвенә бәйле. Хлореллага охшаш бер күзәнәкле суүсемнәр нибары бер көн һәм бер төн яшәргә мөмкин. Имән, фил, кит яки кеше күп тапкыр кабатланган ел фасыллары алмашынуын, шулар белән бергә, ачыгу һәм, киресенчә, азык муллыгын, кырыс сынауларны һәм тулы иминлекне үткәрә.

Кыска гомер организмнарның югары дәрәҗәдә специальләшүенә, ягъни аларның төгәл билгеле бер шартларга җайлашучанлыгына булышлык итә. Әйтик, кайбер бөҗәкләрнең (мәсәлән, май коңгызының) курчактан очып чыгуы үсемлекләрнең билгеле бер төрләре яфрак ярган яки чәчәк аткан вакытка гына туры килә. Елның калган вакытын алар, туфракта тирәнгә күмелеп, сезонлы үзгәрешләр сизелмәгән шартларда үткәрәләр.

Кошлар, имезүчеләр, балыкларның күп төрләре ел буена активлыкларын саклыйлар. Алар азрак дәрәҗәдә специальләшкән һәм яшәү шартлары сезонга карап яки башкача үзгәргәндә туган авырлыкларны җиңәргә булышлык итүче үзлекләргә ия. Вак имезүчеләр, мәсәлән, кыр тычканнары, урман тычканнары кышны йокыга талган хәлдә һәм тыныч урыннарга качып кышлыйлар. Башкалары икенче төрле җайлаша: салкын кыш шартларында тереклек итүче хайваннарның, салкыннар башлануга, йоннары калыная һәм озыная. Күп очракларда аларның, мәсәлән, ак куянныкы кебек, төсе дә үзгәрә. Мондый җайлашулар хайваннарга салкыннан сакланырга гына түгел, дошманнарына күренмәскә дә ярдәм итә.

Яшәү рәвешенең барлык сезонлы үзгәрешләреннән аеруча игътибарга лаеклысы — миграцияләргә, ягъни

башка климатик өлкәләргә күмәк күчүләргә бәйлеләре. Бу, мәсәлән, кошларның ел саен очып китүләре, төньяк боланнарының миграциясе һ.б.

Үсемлекләргә һәм берегеп яшәүче хайваннарга, әлбәттә, бу сәләт бирелмәгән, аның каравы аларның төзелешендә сезонлы үзгәрешләр ачык чагыла. Коры районнарда үсүче кайбер үсемлекләрдә ел дәвамында яфракларның өч буыны үсә, өстәвенә һәр буын яфраклары характерлы үзенчәлекле төзелеше белән аерылып тора: дымлы сезонда яфраклар чагыштырмача эре булып үсә, корырак сезонда алар коела, ә аларга алмашка вак яфраклар яки тәңкәләр барлыкка килә; кайчак андый яфраклар да юкка чыга, һәм иң коры вакытта үсемлекнең яшел сабагында чәнечкеләре генә кала.

Тереклек итүнең төрле участокларында тышкы шартларның сезонга бәйле үзгәрешләре фонында бу үзгәрешләрнең организмнарның тереклек эшчәнлегенә йогынты ясаучы төрле юнәлештәге, очраклы тирбәнешләре булырга мөмкин. Кагыйдә буларак, андый үзгәрешләргә аеруча климат шартлары дучар ителә. Организмнарның күпчелеге әлеге төр күптән үзләштергән районнарда гадәти кысаларыннан чыкмаган яшәү шартлары тирбәнешләрен чагыштырмача җиңел кичерә ала.

Гадәттән тыш кырыс шартлар (бик салкын кышлар, озакка сузылган корылыклар һ.б.) кайбер затларның үлеменә китерергә мөмкин. Бу очракларда таралу чикләре киңрәк һәм үрчү тизлеге югарырак булган организмнар төркемнәре өстенлеккә ия булып чыга.

Тереклек формалары.
Морфологик җайлашулар.
Яшәү ритмнары.

?

1. Организмнар һәм аларның яшәү тирәлеге арасында тәңгәллекне нәрсә күрсәтә?
2. Төрле гомерле организмнарның тышкы тирәлекнең циклик үзгәрешләрен кичерү ысулларындагы аерымлыклар нәрсәдә?
3. Табигатьтә үсемлек һәм хайваннарның яшәү формалары нинди әһәмияткә ия?

9.5. Организмнарның төрара мөнәсәбәтләре

1. Ерткычлар табигатьтә нинди роль уйный?
2. Хайваннар һәм үсемлекләр арасындагы үзара файдалы мөнәсәбәтләргә мисаллар китерегез.

Табигатьтә бер генә тере организм да аерымланып яшәми. Аның янәшәсендә терек табигатьнең күпләгән башка вәкилләре яши. Алар барысы да бергәлек эчендә бер-берсе белән үзара тәэсир итешә. Бу үзара тәэсир итешү турыдан-туры яки турыдан-туры булмыйча, арадаш буыннар аша бара. Организмнар бер-берсенә ясаган йогынтының һәртөрле формалары биотик факторлар җыелмасы булып тора.

Биотик үзара мөнәсәбәтләр гадәттән тыш катлаулы һәм төрле шартларда төрлечә уза. Бу исә аларны алдан әйтү мөмкинлеген чикли.

Биотик үзара мөнәсәбәтләрнең типлары. Барлык биотик бәйләнешләрне алты типка бүләргә мөмкин.

1) Әгәр ике төр бер-берсенә йогынты ясамаса, бу *нейтрализм* була (00). Табигатьтә чын нейтрализм — бик сирәк күренеш, чөнки барлык төрләр арасында арадашлы үзара тәэсир итешү булырга мөмкин, аның нәтиҗәсен без фәкать белемнәребез тулы булмаганга гына күрмибез.

2) Бергә тереклек итүче төрләрнең берсе өчен икенчесенең йогынтысы — тискәре, шуның белән бергә, җәберләүче төр өчен зыяны да, файдасы да күренми — бу *аменсализм* була (–0). Аменсализмга мисал: чыршы ышыгында үсүче якты яратучан үсемлекләр нык күләгәдән интегәләр, ә чыршы бернинди уңайсызлык сизми.

3) Үзара мөнәсәбәтләрнең, бер төр нинди дә булса өстенлек алып, икенчесенә зыян да, файда да китерми торган формасы *комменсализм* дип атала (+0). Мәсәлән, эре имезүчеләр (этләр, боланнар) җимеш һәм чәнечкеле орлыкларны (тигәнәк кебекләрне) таратучылар булып хезмәт итәләр, үзләре моннан зыян да, файда да күрми.

4) Табигатьтә еш кына организмнарның төрләре арасында ике як өчен дә файдалы бәйләнешләр очрый, бу — күптөрле *симбиотик бәйләнешләр* (++).

Симбиотик бәйләнешләрнең мәҗбүри шарты — бергәләшеп яшәү, организмнар берләшеп яшәвенең билгеле бер дәрәҗәсе.

Симбиозның классик мисалы булып гөмбәләр һәм суүсемнәрнең ике як өчен дә файдалы тыгыз бәйләнештә булган лишайниклар тора. Симбиозның икенче мисалы — термитлар һәм аларның эчәклəрендә яшәүче камчылылар арасындагы үзара бәйләнеш. Бу иң гади төзелешлеләр клетчатканы шикәргә таркатучы фермент бүлеп чыгаралар. Термитлар, целлюлозаны кайнату өчен, үз ферментларын барлыкка китермиләр һәм симбионтлардан башка алар яши алмаслар иде. Ә камчылылар үз чиратында эчәклектә аларның исән калуларына булышлык итүче уңайлы шартлар табалар. Ирекле хәлдә алар табигатьтә очрамыйлар. Симбиозның иң ачык мисалы — яшел үсемлекләр (башлыча агачларның) һәм гөмбәләрнең бергә яшәве.

Үзара файдалы бәйләнешләрнең бер тибы — *протокооперация* (сүзгә-сүз тәрҗемә иткәндә — беренчел хезмәттәшлек) (++). Бу очракта бергәләшеп яшәү һәр ике төр өчен файдалы, ләкин алар өчен мәҗбүри түгел, ягъни аларның исән калуы өчен зарури шарт түгел. Кайбер урман үсемлекләре орлыкларын кырмыскаларның таратуы, төрле болын үсемлекләрен бал кортларының серкәләндерүе шуңа мисал булып хезмәт итә.

Ике төрнең һәркайсының булуы икенчесе өчен мәҗбүри шартка әйләнү *мутуализм* дип атала (++), бу — үзара файдалы мөнәсәбәтләрнең тагын да тыгызрагы. Мәсәлән, серкәләнүгә тар специальләшкән үсемлекләрнең (инжир, алтын туй чәчәге, тиле ут, төер тамырчалар) аларны серкәләндерүче бөҗәкләр төре белән үзара мөнәсәбәтләре шундый.

5) Әгәр ике яки аннан артыграк төр охшаш экологик таләпләргә ия булсалар һәм янәшә тереклек итсәләр, алар арасында *конкуренция* башланырга мөмкин, моннан ике төр дә интегә (− −).

6) *Ерткычлык* (+ −). Организмнар арасындагы бу тип мөнәсәбәтләрдә бер төр вәкилләре икенче төр вәкилләрен үтерә һәм ашый. Бу — азык бәйләнешләренең бер формасы.

Паразитлык иту (+ –). Биотик мөнәсәбәтләрнең бу формасында бер төр (паразит) организмнары икенче төр (хуҗа) организмнарының туклыклы матдәләре яки тукымалары исәбенә яши. Паразитлык иту ерткычлыкка якын, ләкин чын ерткычтан аермалы буларак, паразит үзенең хуҗасын шунда ук үтерми. Моннан тыш, гадәттә, ул тере хуҗасын вакытлыча яки даими яшәү урыны итеп тә файдалана. Паразит үз хуҗасын йончыта, ләкин үтерми, чөнки хуҗа организм паразитның яшәешен тәэмин итеп тора. Шулай итеп, паразитлык итүне ерткычлыкның йомшаграк формасы итеп карарга мөмкин.

Нейтрализм. Аменсализм. Комменсализм. Симбиоз. Протокооперация. Мутуализм. Конкуренция. Ерткычлык. Паразитизм.

1. Уңай һәм тискәре үзара мөнәсәбәтләрнең сезгә нинди мисаллары билгеле?
2. Организмнарның үзара мөнәсәбәтләре ягыннан караганда лишайниклар нинди организм булып торалар?
3. Симбиозның төп үзенчәлеге нинди?

9.6. Организмнарның сан тирбәнешләре. Экологик регуляция

1. Сезгә нинди экологик факторлар билгеле?
2. Нинди факторлар популяцияләрнең сан тирбәнешләренә китерергә мөмкин?

Җирдә барча тереклек үзгәреп тора. Үзгәрешләр организмнар эволюциясенең нигезен, һич чыгармасыз барлык экологик системалар үсешенең нигезен тәшкил итә.

Иң мөһим экологик процесслар исәбенә *популяцияләр динамикасы*, ягъни аларны төзүче организмнарның саннары үзгәреп торуы керә.

Популяцияләр үзгәреп торган тышкы тирәлек шартлары белән бергә үзләре дә үзгәрмәсәләр, ул шартларда яши алмаслар иде. Популяцион үзгәрешләр — катлаулы процесс, ул популяцияләрнең тотрыклылыгын, организмнарның экологик ресурслардан нәтиҗәле файдалануын һәм, ниһаять, үзләре яши торган тирәлек шартларына яраштлы рәвештә, организмнарның үз үзлекләре үзгәрүен тәэмин итә.

Популяцияләрнең сан үзгәрешләре механизмын тикшерик.

Үсемлекләр яки хайваннарның һәр популяциясе үрчү тизлеге, яки *туучылар саны* белән характерлана. Туучылар саны вакыт берәмлегендә популяциядә туган (күкәйдән борынлап чыккан, күкәй салган) затларның саны яки аларның өлеше белән күрсәтелә. Туучылар саны организмнарның үзлекләре (мәсәлән, ана затларның үрчем бирүчәнлеге) белән дә, аларның популяцияләре үзлекләре (составы, ишлелеге һ. б.) белән дә билгеләнә.

Теләсә нинди табигый популяциядә туган затларның саны һәрвакыт аларны тудыручылар саныннан артып китә. Бер үсемлек ничә орлык бирүен яисә, мәсәлән, мәче, бүре, сыерчык, бака яки балык дөньяга ничә бала тудыруын искә төшерсәк, моңа җиңел ышанырга була. Туу аркасында популяция сан ягыннан чиксез үсүгә омтыла.

Ләкин яңа туган барлык затлар да җитлегү һәм токым калдыру яшенә кадәр яши алмый. Аларның бер өлеше үлә. Организмнарның юкка чыгу тизлеге *үлүчеләр саны* белән билгеләнә һәм вакыт берәмлегендә үлгән затлар саны яки өлеше белән күрсәтелә. Үлүчеләр саны популяциянең сан ягыннан зураюын чикли.

Туучылар саны да, үлүчеләр саны да күпләгән факторларга бәйле рәвештә даими үзгәреп тора. Туучылар саны үлүчеләр саныннан артып киткәндә, популяция саны арта, һәм киресенчә: үлүчеләр саны туучылар саныннан артып киткәндә, популяция саны кими. Организмнарның яшәү шартлары даими үзгәрү әле бер, әле икенче процессның көчәюенә китерә. Нәтиҗәдә популяциянең сан тирбәнешләре барлыкка килә.

Үзгәрүләргә сәләтлелек популяцияләргә һәрвакыт үзгәрештә булган яшәү тирәлекләренә даими җайлашырга мөмкинлек бирә. Мәсәлән, артык ресурслар барлыкка килү туучылар санының артуына, популяцияләрнең сан ягын-

нан зураюына һәм территориаль чикләр киңәюгә китерә (конкуренция басымы кимегәндәге кебек) һәм киресенчә.

Популяциянең сан тирбәнешләрен яшәү шартларының сезонлы үзгәрешләре — температура, дымлылык, яктылык китереп чыгарырга мөмкин. Шулай да иң зур кызыксыну уятканы — популяцияләрнең сан тирбәнешләренең күпьеллык цикллары. Аларның сәбәпләре төрле (регуляр яки регуляр булмаган) абиотик (температура, дымлылык, яктылык һ.б.) яки биотик факторларның (паразитлар белән йогышлану, ерткычлык, конкуренция) үзгәрешләре булырга мөмкин. Күп очракларда күпьеллык тирбәнешләр климат шартларының үзгәрешләре белән туры килә.

Кайчак популяциянең сан тирбәнешләрен китереп чыгаручы сәбәпләр аларның үзләрендә булырга мөмкин. Бу организмнарның үлүчеләр саны яки туучылар саны аларның гомуми саны, төгәлрәге, популяциянең тыгызлыгы, ягъни мәйдан берәмлегенә туры килгән затлар саны үзгәрүгә җавап буларак килеп чыга.

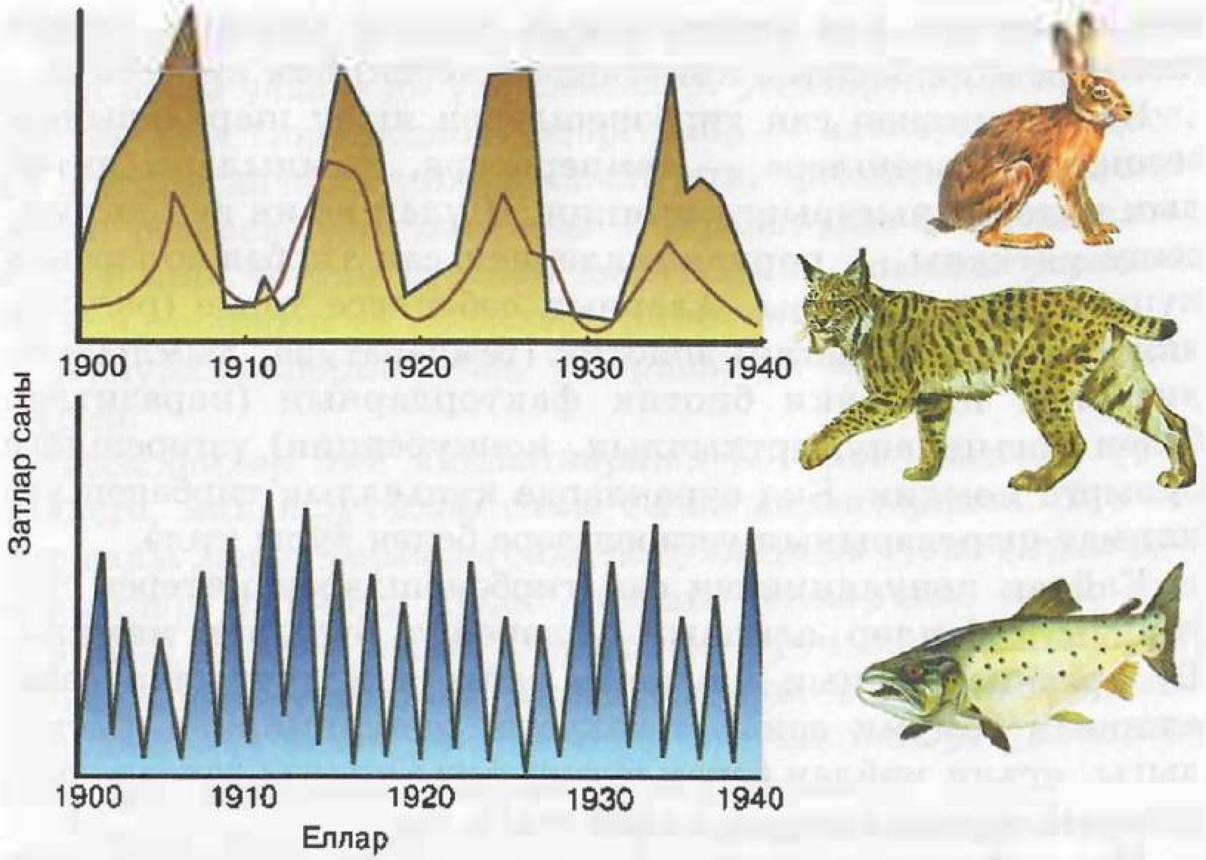
Мондый механизмнар *регуляцияләүчеләр* дип атала, алар популяциянең тыгызлыгы я бик югары, яисә бик түбән күрсәткечләренә җитсә, үзеннән-үзе хәрәкәткә килә.

Регуляцияләүче механизмнар популяция тыгызлыгы үзгәрүенә организмнарның үз-үзен тотышы яки физиологик реакциясе характерында булырга мөмкин.

Артык тыгызлык шартларында күп кенә имезүчеләрнең физиологик халәтендә кискен үзгәрешләр күзәтелгән очраклар билгеле, бу — хайваннарның үз-үзләрен тотышларында чагылыш таба, аларның төрле авыруларга һәм башка уңайсыз йогынтыларга каршы торучанлыгын киметә.

Ак куяннар, мәсәлән, аларның саннары иң югары ноктага җиткән чорда «шок авыруыннан» кинәт үләләр. Кайбер балык төрләренең популяция тыгызлыгы югары булганда, олы затлар үз маймычлары белән туклануга күчә, нәтиҗәдә популяция сан ягыннан кечерәя башлый. Югары тыгызлык йогынтысында үлүчеләр санының артуы һәм туучылар санының кимүе күп кенә хайван һәм үсемлек төрләренең популяцияләрендә күзәтелә. Бу очракларда регуляцияләүче механизмнарны эшләтә башлауга сигналны популяция үзе, төгәлрәк әйткәндә, аның тыгызлыгы бирә.

Регуляцияләүче механизмнарның хәрәкәткә килүе популяциянең сан ягыннан циклик тирбәнешләрен китереп



106 нчы рәсем. **Кайбер хайван төрләре санының циклик тирбәнешләре**

чыгарырга сәләтле. Циклик үзгәрешләр мисалын кайбер төньяк имезүчеләре төрләренең сан тирбәнешләре бирә. Мәсәлән, өч- һәм дүртьеллык периодлылык циклы күп кенә төньяк тычкансыман кимерүчеләре — тычканнар, кыр тычканнары, лемминглар, поляр ябалак, ак төлке һ.б. өчен характерлы (106 нчы рәсем).

Эволюция барышында тере организмнарның төрле төрләре аерым үзлекләргә ия була. Бу аларның популяцияләре үзлекләрендә, сан тирбәнешләре үзенчәлекләрендә чагыла. Кырыс булса да, стабиль шартларда яшәргә җайлашкан төрләрнең популяцияләре (пингвиннар, китлар, ак аюлар), кагыйдә буларак, сан ягыннан тиз үзгәрешләргә сәләтле түгел. Кеше катнашыннан башка аларның саны тигез, кискен пикларсыз яки югалтуларсыз үзгәрә. Динамиканың мондый күренеше үсеш циклы озын, популяцияләре үз эченә төрле яшьтәге төркемнәрне алган организмнар өчен характерлы. Бер үк сулыкта, мәсәлән, популяциясе яшь ягыннан 25 төркемнән торган чуртаннарның саны, популя-

циясе яшь ягыннан 3 кенә төркемне үз эченә алган җилем балыкларга караганда, шактый акрын үзгәрә.

Уртача климат зоналарында тереклек итүче башка төрләр, аеруча берьеллык хайваннар (күпчелек бөҗәкләр) һәм үсемлекләр (үләннәрнең кайбер төрләре), сан ягыннан тиз һәм кискен үзгәрүгә сәләтле. Бу үзгәрешләр киң колачлы булуы белән характерлана. Минималь һәм максималь ишлелек елларында андый төрләрнең саны уннарча, йөзләрчә, ә кайчак мең тапкыр аерылып торырга мөмкин. Бу төрләр өчен «популяцион шартлаулар» — көтмәгәндә диярлек була торган кискен, кинәт артулар характерлы. Алар организмнарның үрчүе өчен аеруча уңайлы шартлар булганда күзәтелә. Бу типның популяцияләре, кагыйдә буларак, үз үсешенең иртә стадияләре торышындагы бергәлекләрдә яңа яшәү тирәлекләренә беренче булып таралалар.

Үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнарның күпләгән төрләрен берләштергән өлгергән экосистемаларда, аларда биотик бәйләнешләр яхшы үсеш алган һәм файдаланыла торган ресурсларның төгәл бүленеше урнашкан хәлдә, конкуренция яки ерткычлык тибындагы үзара мөнәсәбәтләр аерым төрләр буенча сан тирбәнешләренең төп сәбәпчесенә әверелә. Биотик мөнәсәбәтләр үзенә бертөрле регуляторлар булып торалар. Алар «популяцион шартлаулар»ны баса, тәртипсез үзгәрешләрне дөрес периодик тирбәнешләр формасына күчерә, күп очракларда организмнарның санын стабильләштерә.

Биредә без төрле дәрәҗәдәге (бергәлек, популяция, экосистема) төзелешле экологик системаларның әһәмиятле үзлекләре белән очрашабыз:

— системаның аерым элементының эшләвен аның башка элементлар белән бәйләнешләре билгели;

— аерым элементлар бер-берсен үзара алмаштыра ала: бер элементны югалту аның функциясен, системада охшаш урынны алып торган башка элемент үти башлавына китерә.

Бу — регуляциянең тагын бер тибы. Бергәлекләр аерым популяцияләрдә барган үзгәрешләрне ничектер көйләгән кебек була. Популяцияләр исә хәтта теге яки бу элементны югалтканда да экосистемага аның үзлекләрен сакларга ярдәм итә. Бер төр югалганда, аның урынын бергәлекнең

туклану (трофик) структурасындагы торышы буенча беренчегә охшаш төр ала.

Мисалга балык промыселы үсеш алган сулыклардагы балыкларның төр составына бәйле гади үзгәрешләрне китерергә мөмкин. Кыйммәтлерәк балык төрләрен тоту нәтиҗәсендә аларның саны кимү еш кына балыкчыларны кызыксындырмаган «чүп балыклар» саны артуга китерә. Сулыктагы балыкларның гомуми саны үзгәрешсез калса да, төрләр байлыгы кими.

Популяцияләр динамикасы белән микроэволюцион процесслар тыгыз бәйләнгән. Популяция сан ягыннан тарайганда, генофондның үзгәрү (аның тигезләнеше бозылу) ихтималы арта. Димәк, аз санлылык елларында микроэволюцион процесслар активрак узарга тиеш. Әгәр организмнарның саны тышкы факторлар кискен үзгәргәндә кимүен исәпкә алсак, шул ук мизгелләрдә этәргеч сайланыш көчәя башлавын аңлап була. Башкача әйткәндә, яшәү шартларының үзгәрешләре белән очрашып, популяция аларга сан ягыннан үзгәрешләр кичереп кенә түгел, организмнар үзләре дә үзгәрә бару белән җавап бирә: популяциядә билгеле бер конкрет шартларда файдалы булып чыккан үзлекләргә ия затлар гына сакланып кала.

Сан арту чорында барлыкка килгән үзгәрешләр популяциядә ныгый. Стабильләштерүче сайланыш хәрәкәткә килә. Организмнарның яңа яшәү шартларына җайлашуы (адаптациясе) шулай бара.

Популяцияләр динамикасы. Туучылар саны. Үлүчеләр саны. Регуляцияләүче (көйләгеч) механизмнар. Санның циклик тирбәнешләре.

?

1. Популяцияләр динамикасы нәрсә ул? Популяцияләрнең сан тирбәнешләрен нинди факторлар китереп чыгара?
2. Табигатьтә популяцияләр динамикасының әһәмияте нәрсәдә?
3. Регуляцияләүче механизмнар нәрсә ул? Мисаллар китерегез.

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Экологик факторлар үзләренең табигате белән дә, тере организмнарга йогынтысы белән дә бик тә төрле. Шартлыча аларны өч зур төркемгә бүләләр: абиотик, биотик һәм антропоген. Экологик шартлар — тирәлекнең вакыт эчендә һәм пространствода үзгәреп торган абиотик факторлары; организмнар, бу факторларның көченә карап, аларга төрлечә җавап бирә.

Барлык тирәлектә дә булган иң мөһим факторлар: температура, дымлылык һәм яктылык. Антропоген факторлар — кеше эшчәнлеге нәтиҗәсендә килеп чыккан факторлар. Кешенең хәзерге эшчәнлеге әйләнә-тирәнең пычрануында торган саен ешрак чагыла бара.

Теләсә нинди организм теге яки бу фактор үзгәрешләрен билгеле бер чикләрдә генә кичерергә сәләтле. Бу чикләрдә факторның организмга тәэсире закончалы төстә үзгәрә.

Тирәлекнең төрле факторлары үзара тәэсир итешергә, ягъни бер матдәнең җитмәве икенче матдәнең җитешмәвенә китерергә мөмкин. Бер төрнең организмнары өчен тотрыклылык чигенә якынайган яки аннан артып киткән теләсә кайсы фактор чикләүче, яки лимит билгеләүче фактор булып тора.

Ресурслар дип организмнарның үз тереклек эшчәнлеге процесслары өчен кирәкле матдәләрне һәм энергияне атыйлар. Тере организмнар ресурсы ул — башлыча аларның тәннәрен төзү өчен тотыла торган матдәләр һәм тереклек эшчәнлеге өчен кирәкле энергия.

Төрле организмнар төрле яшәү тирәлекләрендә тәртипсез рәвештә таралмаган — организмнар белән тирәлек арасында ярашканлык бар. Бу ярашканлык охшаш шартларда яшәүче, ләкин төрле систематик төркемнәргә керүче тере организмнарның төзелеше һәм яшәү рәвеше охшашлыгында чагыла. Төзелешендәге билгеләр һәм яшәү рәвеше охшашлыгына нигезләнеп, төрле тереклек формаларын аерып күрсәтәләр. Үсемлекләр һәм хайваннарның тереклек формалары бик төрле.

Вакыт узу белән, теләсә нинди экологик шартлар үзгәрәләр. Әгәр тышкы шартлар үзгәргәндә организм үзе дә үзгәрмәсә, аның төзелеше дә, үз-үзен тотышы да аларга яраша алмый.

Барлык биотик бәйләнешләрне алты төркемгә бүләргә мөмкин: йогынтының булмавы (00); үзара отышлы файдалы бәйләнешләр (++); ике төр өчен дә зарарлы мөнәсәбәтләр (– –); ике төрнең берсе файда күрә, икенчесе изелә (+ –); бер төр файда күрә, икенчесе зыян күрми (+ 0); бер төр изелә, икенчесе зыян да, файда да күрми (– 0).

Биотик үзара мөнәсәбәтләрнең иң әһәмиятле төрләре булып конкуренция һәм ерткычлык санала. Организмнар пространство, азык, яктылык, яшеренер урын һәм экологик ресурсларның башка төрләре өчен конкуренциягә керә.

Конкуренция табигый бергәлекнең тышкы күренеше формалашуда мөһим роль уйный. Организмнарның төрлелеген барлыкка китереп һәм нығытып, ул бергәлекләрнең тотрыклылыгы күтәрелүгә, булган ресурслардан нәтиҗәлерәк файдалануга булышлык итә.

Ерткычлык — организмнар арасындагы азык бәйләнешләренең бер формасы. Ерткыч белән аның корбаны арасындагы озакка сузылган бәйләнеш алар арасында үзара бәйлелекне тудыра һәм табигый регулятор (көйләгеч) булып санала. Ерткычның корбаны булып популяциянең берникадәр «биологик резерв»ын тәшкил иткән хайваннар тора. Ерткычлар корбан популяцияләренең ресурслар өчен көрәштә теге яки бу сәбәпләр аркасында көчсезләнә төшкән өлешен юк итә.

Популяцияләр динамикасы, ягъни аларны тәшкил иткән организмнарның сан үзгәрешләре аеруча әһәмиятле экологик күренешләр исәбенә керә. Популяцияләр тышкы тирәлекнең үзгәреп торган шартларында, алар белән бергә үзләре дә үзгәрмичә яши алмыйлар. Популяцион үзгәрешләр ул — популяцияләр һәм бергәлекләрнең тотрыклылыгын тәэмин итүче катлаулы процесс.

Үзеннән-үзе регуляцияләнүгә (үзрегуляциягә) сәләтлелек барлык экологик объектларга хас.

10 нчы бүлек

Биосфера һәм кеше

Бу бүлектән сез

- *биосфера эволюциясенең төп этаплары;*
- *биосферада кешенең урыны һәм роле;*
- *биосфераның кеше тарафыннан акыл белән үзгәртеп корылу стадиясе – ноосфера;*
- *табигатьтән рациональ файдалану нигезләре турында*

белерсез

10.1. Биосфераның эволюциясе

1. Биосфера дип нәрсә атала?
2. Планетаның беренчел атмосферасының составы нинди булган?
3. Сезгә нинди автотроф организмнар билгеле?

Хәзерге күзаллаулар буенча, тереклексез геосфераның (Җир матдәсеннән ясалган тышчаның) үсеше безнең планета яшәешенең башлангыч стадияләрендә барган. Җирнең тышкы күренешендәге үзгәрешләр аның кабыгында, өслегендә һәм планетаның тирән катлауларында барган геологик процесслар белән бәйле булган, һәм алар вулкан атуларда, җир тетрәүләрдә, Җир кабыгы күчешләрендә, таулар ясалуда чагылыш тапкан.

Тереклек барлыкка килү белән, терек материянең Җирдә барган геологик процессларга йогынтысы башта акрын һәм көчсез, аннары торган саен тизрәк һәм көчлерәк күренә башлаган.

Планетаның бөтен почмакларына үтеп кергән терек матдәнең эшчәнлеге сыйфат ягыннан яңа тышча — геологик һәм биологик җисемнәр белән энергия һәм матдә үзгәрү процессларының үзара тыгыз бәйләнгән системасын тәшкил иткән биосфера барлыкка килүенә китергән.

Биосфера — тереклек таралу өлкәсе генә түгел, ә бәлки аның эшчәнлеге нәтиҗәсе дә. Туган мизгеленнән башлап, тереклек, әйләнә-тирәгә йогынты ясап, аны үзгәртеп, үзе дә даими үсеш кичерә һәм катлаулана бара. Шулай итеп, биосфераның эволюциясе органик тереклекнең тарихи үсеше белән параллель бара.

Биосфера турындагы хәзерге тәгълиматны тудыручыларның берсе — атаклы рус галиме В. И. Вернадский — аны Җирнең тере организмнар урнашкан тышкы тышчасы буларак билгеләгән. Биосферага түбәндәгеләр керә:

— *терек матдә,* ягъни барлык тере организмнар (үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр, микроорганизмнар) җыелмасы;

— *биоген матдә* — терек матдә барлыкка китергән органоминераль яки органик продуктлар (торф, ташкүмер, нефть);

— *биокос матдә* — терек булмаган табигать (су, атмосфера, тау токымнары) белән тере организмнар бергә барлыкка китергән туфрак катламы;

— *терек булмаган (үле) матдә* — тере организмнар катнашыннан башка барган процессларда барлыкка килгән матдә (вулкан атулардан чыккан тау токымнары, космик тузан һ. б.).

Биосфера даими динамик тигезләнештә һәм үсештә була.

Биосфера үсешенең башлангыч этабында тере организмнар беренчел океанның органик кушылмаларын файдаланганнар. Углекислый газ, матдәләр алмашының иярчен продукты буларак, атмосферага бүленеп чыккан.

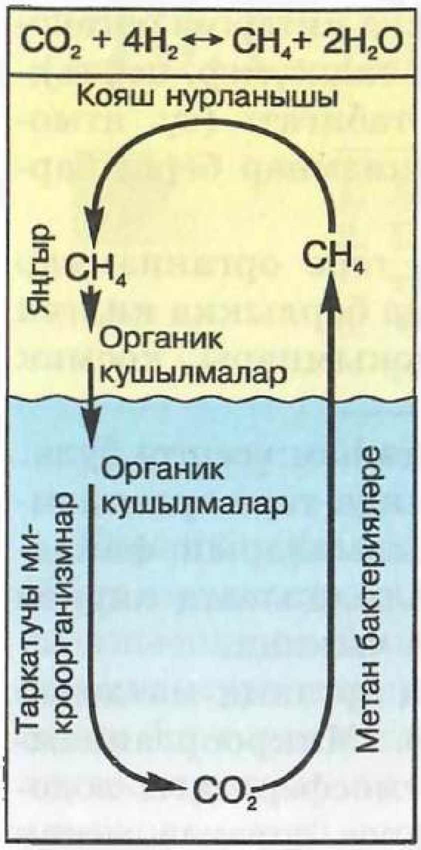
Тере организмнар беренчел океанның органик матдәләр запасын шактый тиз файдаланганнар. Микроорганизмнар, мәсәлән углекислый газдан һәм атмосферадагы водородтан органик кушылмалар синтезларга сәләтле метан бактерияләре, өстенлек алып, күпләп үрчегәннәр. Нәтиҗәдә метан барлыкка килгән һәм микроорганизмнарның тереклек эшчәнлеге өчен файдаланыла торган энергия аерылып чыккан. Метан атмосферага чыккан һәм ультрашәмәхә нурланыш тәэсирендә суда эрүчән органик кушылмаларга әверелгән, ә алар исә яңадан суга әйләнеп кайткан.

Ул вакытта, галимнәр фикеренчә, организмнарның тереклек эшчәнлеген билгеләүче метан концентрациясе атмосфера составында якынча бер үк дәрәҗәдә сакланган (107 нче рәсем).

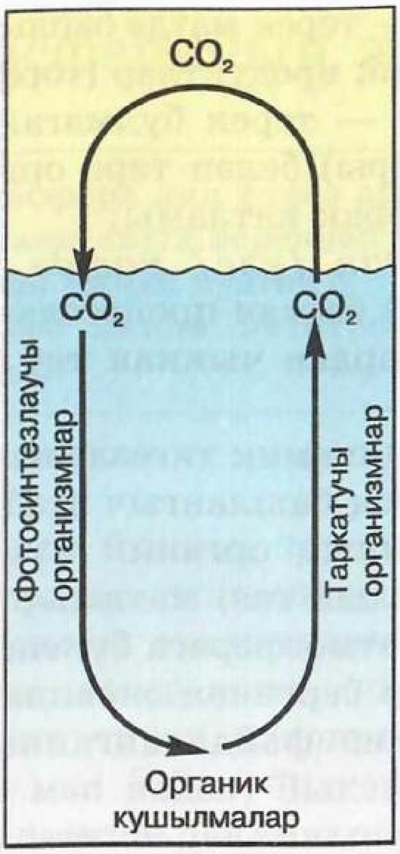
Мондый халәт Җир атмосферасында шактый микъдарда водород булганчыга кадәр саклана алган. Газсыман водород запаслары кимегәч, метан бактерияләре инде углекислый газны метанга эшкәртә алмаганнар һәм, шул рәвешле, үзенең туклыклы матдәләрен синтезлау өчен, энергия чыганагыннан мәхрүм булганнар.

Энергия алу чыганагын табу зарурлыгы туган. Бу чыганак булып фотосинтез торган. Беренче фотосинтезлаучы микроорганизмнарда, хәзерге цианобактерияләрдәге кебек, фотосинтез процессы кислород бүлеп чыгармыйча барган (108 нче рәсем).

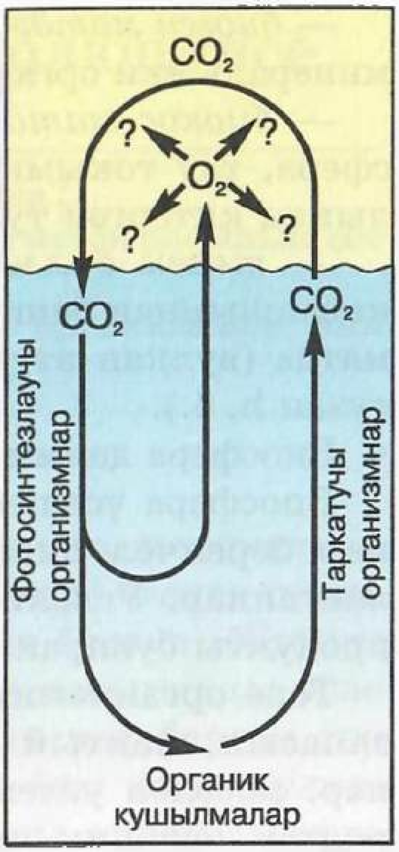
Эволюциянең алдагы этабында фотосинтез механизмы тагын да камилләшкәнрәк организмнар килеп чыкканнар,



107 нче рәсем. Борынгы Җирдә углерод әйләнеше схемасы



108 нче рәсем. Беренче фотосинтезлаучы микроорганизмнар килеп чыкканнан соң барган углерод әйләнеше схемасы

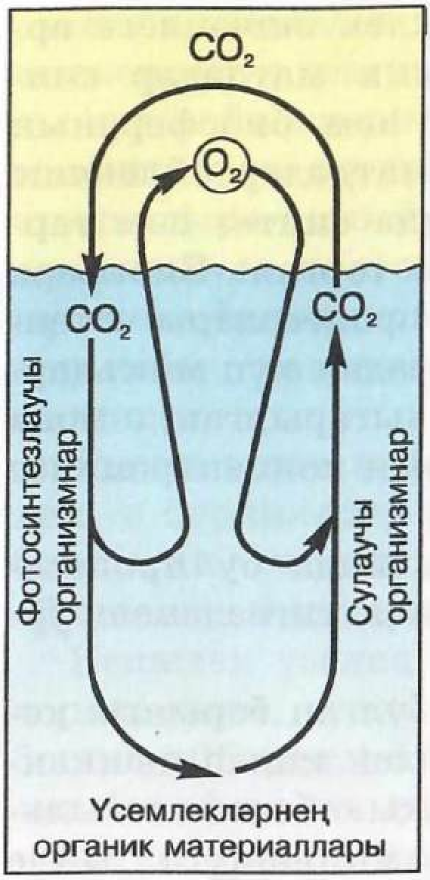


109 нчы рәсем. Фотосинтезның хәзерге механизмы барлыкка килгәннән соң барган углерод әйләнеше схемасы

шуның нәтиҗәсендә иярчен продукт сыйфатында атмосферага кислород бүленеп чыга башлаган (109 нчы рәсем).

Бу — Җир атмосферасының составы үзгәрүгә китерә. Хәзер анда кислород күбрәк булып кала.

Кислород — көчле оксидлаштыргыч һәм анаэроб (кислородсыз тирәлектә яшәүче) организмнар өчен һәлакәтле. Шуңа күрә ул заманда яшәгән тере организмнар өчен ул көчле агу булган. Практик яктан кислород атмосфераны пычратучы булган, бу экологик кризиска китергән. Тере организмнар үләргә яки тирәлекнең яңа шартларына җайлашырга тиеш булганнар. Аларда агуларны зарарсызландыручы төрле механизмнар барлыкка килә башлаган. Аларның кайберләре хәзерге тере организмнарда бөтенләй башка функцияләрне башкаралар. Мәсәлән, галимнәр уйлавынча, утлы коңгызда яктылык энергиясе эшләп чыгарырга ярдәм итә торган биохимик механизм борынгы организмнарда кислородның зарарлы йогынтысын зарар-



110 нчы рәсем. Организмнарда сулыш процессы барлыкка килгәннән соң барган әйләнеш схемасы

сызландыру чарасы буларак барлыкка килгән.

Ахыр чиктә табигать бу проблеманы чишүнең отышлырак юлын тапкан. Тере организмнар инде кислородка каршы көрәшмәгәннәр, ә аны энергия алу өчен файдаланганнар. Сулау процессы барлыкка килгән.

Фотосинтез органик дөнья үсешендә һәм биосфера эволюциясендә гаять зур роль уйнаган.

Беренче тере организмнар суда үсеш алганнар, чөнки су аларны ультрашәмәхә нурларның зарарлы тәэсиреннән саклаган. Фотосинтез процессында бүленеп чыккан кислород атмосфераның өске катлауларында ультрашәмәхә нурлар тәэсирендә озонга (аның молекуласы өч атом кислородтан тора — O_3) әверелгән. Озон туплану белән, озон катлавы барлыкка килгән, ул, экран кебек, Җир өслеген тере организмнар өчен зарарлы кояш радиациясеннән ышанычлы саклаган. Бу — тере организмнарга коры җир өстенә чыгып таралырга мөмкинлек биргән.

Тереклек эшчәнлегe барсын өчен, бер күзәнәккә энергия чагыштырмача аз таләп ителә. Ләкин организм никадәр катлаулырак булса, аңа шулкадәр күбрәк энергия кирәк. Сулау барлыкка килү белән, бу проблема чишелгән. Сулау процессы организмнарны энергия белән тәэмин иткән, бу исә күп күзәнәкле организмнар килеп чыгуга, аларның алга таба үсешенә һәм катлаулануына этәргеч биргән.

Сулау процессында организмнар кислород кулланганнар һәм фотосинтез процессында органик матдәләр синтезлау өчен файдаланыла торган углекислый газны тиешле микъдарда бүлеп чыгара башлаганнар. Акрынлап фотосинтезлаучы организмнар белән гетеротрофлар арасында тигезләнеш урнашкан, бу — атмосфераның яңа составы тотрыклылыгына китергән. Углерод һәм кислородның хәзерге әйләнеше формалашкан (110 нчы рәсем).

Шулай итеп, организмнарның тереклек эшчәнлеге аркасында биосферада туктаусыз органик матдәләр синтезы, аларның таркалу процесслары һәм биосфераның стабиль эшләп торуын тәэмин итүче матдәләр әйләнеше барган. Биосфераның төрле этапларында синтез һәм таркалу процессларының нисбәте үзгәреп торган. Биосфера үсешенең башлангыч этабында синтез процесслары өстенлек иткән. Нәтиҗәдә беренчел атмосферадан күп микъдарда метан, сероводород, углекислый газ чыгарылган, ә моңа кадәр анда булмаган ирекле кислородның концентрациясе хәзерге дәрәҗәсенә — 21 % ка җиткән.

Мезозой азагында — кайнозой башында бу процесслар арасында биосферада чагыштырмача тигезләнеш урнашкан.

Хәзерге кешеләрнең ерак бабалары булган борынгы кешеләр моннан якынча 2,5 млн еллар элек килеп чыкканнар. Башта алар ау һәм үсемлек азык җыю белән шөгыльләнгәннәр. Ләкин, ау кораллары камилләшүгә бәйле

111 нче рәсем. Тау куышында яшәүче аюны аулау

рәвештә, кешелек гаять тиз, ихтимал, нибары ике-өч мең ел эчендә, ул дәвердә азык рационының нигезе булган тояклы эре хайваннарны һәм тау куышында яшәүче аюларны, мамонтларны юк иткән (111 нче рәсем). Ау инде кешеләрне тукландыра алмый башлаган. Кеше ачтан үлү куркынычы алдында калган һәм юкка чыгуга дучар ителгән. Ул күп кенә биологик төрләр, мәсәлән, кылыч тешле юлбарыслар кебек, планета йөзеннән бөтенләй юкка чыгарга мөмкин иде.

Ләкин кеше язмышы башкача хәл ителгән. Ул игенчелек, ә берникадәр соңрак терлекчелек белән шөгыльләнә башлаган, ягъни кеше, табигатьтә матдәләрнең ясалма әйләнешен булдырып, экологик кризисны җиңгән.

Кешелек үзенең чын ясалма яшәү тирәлеген (авыллар, торак, кием, туклану продукты, машиналар һәм күп кенә башка әйберләр) булдыра башлаган. Шул вакыттан башлап биосфера эволюциясе яңа фазага аяк баскан һәм анда кеше факторы көчле этәргеч көч булып әверелгән.

Промышленность барлыкка килү белән, атмосферада җимерелү процесслары төзелү процессларыннан өстенлек итә башлый, ул гына да түгел, бу тенденцияләр тагын да ачыграк төс ала. Биосфера яңа экологик кризис чигендә тора. Аның нәтиҗәләре кешелек өчен һәлакәтле булырга мөмкин. Бу бәлане булдырмый калу өчен, промышленность технологияләрен үзгәртү генә җитми, ә бәлки беренче чиратта үз аңыңны үзгәртергә кирәк.

?

1. Ни өчен органик дөнья үсеше һәм биосфера эволюциясе арасында үзара бәйләнеш барлыгы турында сөйләргә мөмкин?
2. Биосфера эволюциясенең башлангыч этаплары өчен нинди процесслар характерлы?
3. Ни өчен биосфера үсешенең билгеле бер этапларында экологик кризис килеп чыккан?
4. Ни өчен якынлашып килүче экологик кризиска кеше эшчәнлеге нәтиҗәсе дип карарга кирәк?
5. Биосфера формалашу процессын тәмамланган дип исәпләргә мөмкинме?

10.2. Биосферага антропоген йогынты

1. Биосфера нинди төп компонентлардан тора?
2. Биосфера эволюциясендә терек матдәнең роле нинди?
3. Биосфераның үсеше (эволюциясе) ничек барган?
4. Биосферада кешенең роле нинди?

Биосфера эволюциясе биологик бергәлекләрнең структуралары катлаулану, төрләр саны арту һәм аларның җайлашучанлыгы камилләшү юлыннан барган. Эволюцион процесс биологик системаларның: организмнар, популяцияләр, бергәлекләрнең энергия һәм матдәне үзгәртүләренең нәтиҗәлелеге арту белән бергә барган.

Кеше барлыкка килү Җирдә тереклек эволюциясенең иң югары ноктасы булып тора, ул, биологик төр буларак, калган барчасыннан фикерли алуы, аңлы эшчәнлеккә сәләтле булуы һәм, хезмәт коралларын ясап, аннан файдалана белүе белән аерыла.

Кеше, барлык башка тере организмнардан аермалы буларак, үзе яшәгән тирәлеккә җайлашу юлыннан түгел, ә бәлки аны үзенең ихтыяҗларына яраклаштыру юлыннан барган.

Палеолитта ук инде кеше табигатьтәге матдәләр әйләнешенә катнашып киткән. Игенчелек, терлекчелек барлыкка килгәннән соң, файдалы казылмаларны таба һәм куллана башлагач, кеше үзе, әйләнешкә яңа матдәләрне — углеводородларны, тимер һәм башка файдалы казылмаларны кертеп, аны формалаштыруда актив катнашкан.

XVIII гасырда промышленность производствосы көчле үсеш ала. Шул вакыттан башлап, бүгенге көнгә кадәр кешелекнең биосферага йогынтысы елдан-ел арта бара. Кеше, үз эшчәнлегенең котылгысыз нәтиҗәләре турында уйлап тормастан, табигатькә басым ясый.

Шәһәрләр төзелә, авыл җирендә гаять зур мәйданнарны техник монокультуралар алып тора, хәзерге кеше фикеренчә файдасыз булып күренгән урманнар һәм сазлыклар бетерелә. Кеше файдалануындагы тирәлекләрдә тере

организмнарның төрләре һаман кими бара. Табигый тирәлектә биологик төрлелекнең кимүе табигатьтә тигезләнеш бозылуга китерә.

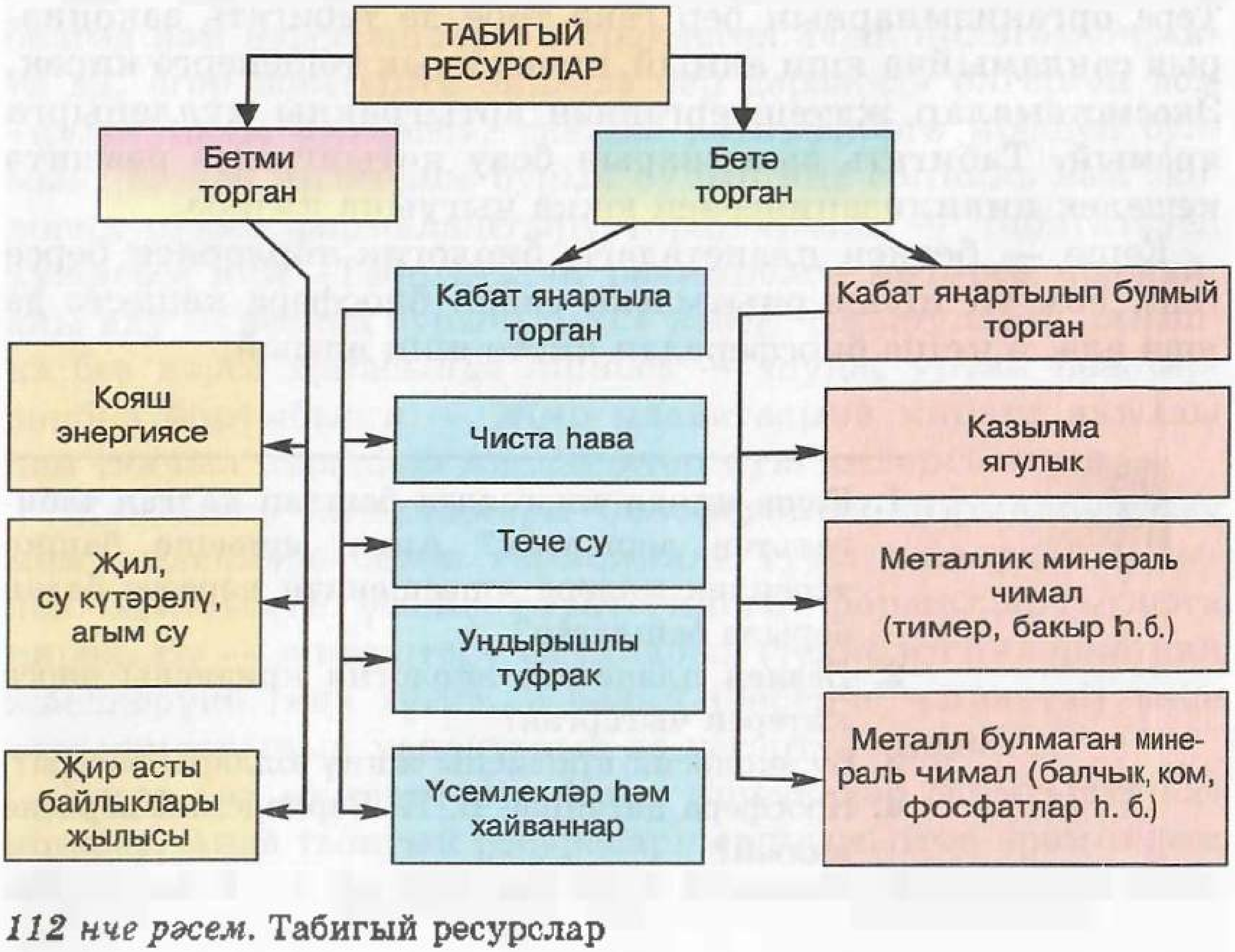
Редуцентлар инде кешелек җәмгыяте ташлаган калдыкларны тулысынча эшкәртеп бетерерлек хәлдә түгел. Хәл промышленность җитештерүе процессында биологик юл белән таркатырга мөмкин булмаган матдәләрнең (мәсәлән, күп кенә пластмассаларның) күп микъдарда барлыкка килүе белән катлаулана.

Тирәлекнең пычрануы һаман көчәя бара. Биосфераның кабат яңартылып булмый торган ресурслары ярлылануы күзәтелә (112 нче рәсем).

Хәзер без табигый байлыкларның бетмәс-төкәнмәс булуы турындагы күзаллауларның кешелекне экологик һәлакәткә алып баруын торган саен ачыграк аңлыйбыз.

Бу ситуациядә кешелек алдында фәкать ике генә юл булырга мөмкин.

Беренче юл — стихия ирегенә кую: бу очракта якынлашып килгән кризис, барыннан бигрәк, кешелекнең юкка чыгуына китерә.



112 нче рәсем. Табигый ресурслар

Димәк, икенче юл гына кала, бу очракта үсеш стихиясенә каршы бөтен кешелек өчен уртак булган акыллы стратегия куелырга тиеш. Ул Җир биосферасын үзгәртүгә, В.И.Вернадский билгеләвенчә, ноосферага — акыл сферасына юнәлтелергә тиеш. В.И.Вернадский болай дип яза: «Кешелек, тулаем алганда, көчле геологик көч булып әверелә. Һәм аның алдына, аның фикерләве һәм хезмәте алдына биосфераны бербөтен буларак ирекле фикерләүче кешелек мәнфәгатьләрендә үзгәртү мәсьәләсе тора. Бу — биосфераның без аңа үзебез дә сизмәстән якынайган яңа халәте — нәкъ менә ноосфера була инде».

Кызганычка каршы, без әле бу проблеманы чишүдән бик ерак торабыз. Биосфераны ноосфера итеп үзгәртү өчен, экологик системалар эшләү закончалыкларын һәм механизмнарын киң һәм тирәнтен белү генә җитми, ә бәлки җәмгыятьнең югары әхлакый дәрәҗәсе, һәрбер кешенең үзен табигать белән бербөтен итеп тоюы, иҗтимагый җитештерү һәм куллану системаларын үзгәртү таләп ителә.

Безнең һәркайсыбыз һәм, гомумән, бөтен кешелек планетабызда ресурсларның чикләнгән булуын аңларга тиеш. Тере организмнарның бер генә төре дә табигать законнарын санламыйча яши алмый, шуны ачык төшенергә кирәк. Экосистемалар җитештергәннән артыгракны кулланырга ярамый. Табигать законнарын бозу котылгысыз рәвештә кешелек цивилизациясенең юкка чыгуына китерә.

Кеше — безнең планетадагы биологик төрләрнең берсе генә, һәм ул шуны онытмаска тиеш: биосфера кешесез дә яши ала, ә кеше биосферадан читтә яши алмый.

?

1. Кеше нинди мизгелдән башлап калган табигатьтән аерылган? Аның яшәеше башка тереклек ияләре яшәешеннән нәрсәсе белән аерыла башлаган?
2. Безнең планетада экологик кризисны нәрсә китереп чыгарган?
3. Бу экологик кризисны җиңү юллары бармы?
4. Ноосфера дигәннән В. И. Вернадский нәрсәне аңлый?

10.3. Табигатьтән рациональ файдалану нигезләре

1. Сезгә кешелек алдында торган нинди экологик проблемалар билгеле?
2. Сез нинди табигый ресурсларны беләсез?
3. Безнең планетада экологик кризисның сәбәбе нәрсәдә?

Ноосфера эпохасына үз максатларын аңлаган, үз ихтыяҗларын аңа табигать биргән мөмкинлекләр белән үзара чагыштырырга сәләтле югары белемле җәмгыять кенә аяк баса ала.

Биосфера белән акыллы идарә итү һәм ноосфера дәрәҗәсенә күчү өчен, бу гаять зур һәм катлаулы системаның төзелешен һәм «эшләү» принцибын белү генә җитми, ә бәлки анда баручы процессларга кирәкле юнәлештә йогынты да ясый белү зарури.

Һәм шулай да хәтта биосфера механизмнарын камил белгән һәм нәрсә эшләргә кирәклеген ачык аңлаган очракта да, әгәр җәмгыять билгеле бер дәрәҗәдә өлгергән һәм «культуралы булмаса», тиешле нәтиҗәләргә ирешеп булмый. Монда иң мөһим бурыч булып яңа социаль һәм экологик әхлак формалаштыру тора. «Кеше — табигатьнең хуҗасы» яки «Табигатьтән рәхимлелек көтәргә ярамый, аны алу — безнең бурычыбыз!» кебек чакыруларга алмашка без нәрсә аркасында яшибез — шуңа, уртак һәм бердәнбер йортыбызга — Җир планетасына карата акыллы һәм сакчыл карашны максат итеп куя килергә тиеш.

Җәмгыять ихтыяҗлары биосфераның нормаль эшләү мөмкинлекләре белән гармонияле туры килердәй кешелек җәмгыяте үсеше стратегиясен формалаштырырга кирәк. Бу — җитештерү ысулларын (технологияләрне) киң җәелдерүне генә түгел, ә бәлки (беренче чиратта!) кеше ихтыяҗларының характерын да үзгәртүне аңлата.

Хәзер без «бүгенге көн белән яшәүчеләр җәмгыяте»ндә яшибез. Анда табигый ресурсларны уйламыйча әрәм-шәрәм итүгә юл куеп файдалану хас. Кешелек цивилизациясен

саклап калу өчен, табигатькә сакчыл карашлы, табигый ресурсларны акыл белән файдалана торган җәмгыять төзергә кирәк.

Табигый ресурслар — кешене чолгап алган тирәлекнең иң мөһим компонентлары ул. Җәмгыятьнең һәр төр материаль һәм культура ихтыяҗларын канәгатьләндерү өчен файдаланыла торган әлеге компонентлар гаять күптөрле (112 нче рәсем).

Җир ресурсларының чикләнгән булуы — хәзерге вакытта кешелек цивилизациясенең иң актуаль проблемаларыннан берсе. Табигый байлыклар белән рациональ идарә итү юлларын эзләү хәзерге заманның иң әһәмиятле бурычы булып тора.

Табигый ресурсларның чикләнгәнлеге, аларны табу һәм эшкәртү технологиясенең камил булмавы еш кына биогеоценозларның бозылуына, әйләнә-тирәнең пычрануына, климат һәм экосистемаларда матдәләр әйләнеше үзгәрүгә китерә.

Табигый ресурслар белән рациональ идарә итү бурычы табигый һәм ясалма экосистемаларның иң яхшы (билгеле бер критерийлар буенча), яки оптималь файдалану ысулларын табудан гыйбарәт.

Яңа технологияләр булдыру промышленностьта, төзелештә, транспортта, авыл хуҗалыгында һәм кеше эшчәнлегенең башка тармакларында барлык проектлар, аеруча киң масштаблылары, компетентлы, белемле экологик экспертиза белән бергә алып барылырга тиеш. Бәйсез махсус оешмалар тарафыннан үткәрелгән мондый экспертиза күп кенә исәптә ялгышуларны булдырмый калырга һәм бу проектларны тормышка ашыруның биосфера өчен күздә тотылмаган нәтиҗәләреннән котылырга мөмкинлек бирә.

Гомумән, әйләнә-тирәлекне саклау һәм табигый ресурсларны тулыландыру бурычлары түбәндәге эшчәнлек төрләрен күздә тотарга тиеш:

— локаль (җирле) һәм глобаль экологик мониторинг, ягъни әйләнә-тирәлекнең иң әһәмиятле характеристикаларының торышын, атмосферада, суда, туфракта зарарлы матдәләрнең концентрациясен үлчәү һәм контрольдә тоту;

— урманнарны яңарту һәм янгыннан, корткычлардан, авырулардан саклау;

— тыюлык зоналарын, уникаль табигый комплексларны киңәйтү һәм арттыру;

— үсемлекләр һәм хайваннарның сирәк төрләрен саклау һәм үрчетү;

— халык арасында киң аңлату эше алып бару һәм кешеләрнең экологик белемен күтәрү;

— тирәлекне саклау эшендә халыкара хезмәттәшлек.

Кеше эшчәнлегенең барлык өлкәләрендә табигатькә карата яңача мөнәсәбәт формалаштыру буенча актив эш алып бару гына, табигатьне рациональ файдалану планын, киләчәк өчен табигатьне саклау технологиясен эшләү генә бүгенге көннең экологик проблемаларын чишә һәм табигать белән гармонияле хезмәттәшлеккә күчерә ала. Камил экологик законнар җыелмасын булдыру һәм аны тормышка ашыруның нәтиҗәле механизмнарын эшләү — табигать белән гармониядә яшәүче җәмгыять төзүнең мәҗбүри элементы.

Уртак максатларны һәм алда торган авырлыкларны аңлау, һичшиксез, кешеләрдә гомумпланетар бердәмлек тойгысы тудырачак. Без үзебезне һәркайсыбызның язмышы белән бәйле булган бердәм гаилә әгъзасы итеп сизәргә өйрәнергә тиеш. Кешелек дөньясының бердәмлеген аңлау — экологик әхлаклылык һәм гуманизм нигезләренең берсе.

?

1. Ни өчен без кешелек җәмгыяте инде ноосфера эпохасына аяк басты дип ышанып әйтә алмыйбыз?
2. Ни өчен безнең җәмгыятьне «бүгенге көн белән яшәүчеләр җәмгыяте» исәбенә кертергә мөмкин?
3. Сез ничек уйлыйсыз, кешелек экологик кризисны җиңә аламы?

Бүлекнең кыскача эчтәлеге

Биосфера — тереклек таралу сферасы гына түгел, ә бәлки тере организмнар эшчәнлегенең нәтиҗәсе дә ул. Тереклек барлыкка килү белән, терек материянең Җирдә барган геологик процессларга йогынтысы башта акрын һәм көчсез, аннары тизрәк һәм көчлерәк чагыла башлый.

Биосфера эволюциясе биологик бергәлекләрнең структурасы катлаулану, төрләр саны арту һәм аларның яшәү

тирәлегенә җайлашулары камилләшү юлыннан барган. Кеше, башка барлык тере организмнардан аермалы буларак, яшәү тирәлегенә җайлашмаган, ә киресенчә, аны үз ихтыяҗларына яраклаштырган. Кешелек, асылда, яшәү өчен үзенә ясалма тирәлек булдыра башлаган. Шул вакыттан башлап, биосфера яңа фазага керә, анда кеше факторы йогынтысы торган саен көчәя барган куәтле этәргеч көч булып әверелә.

Табигать ресурсларының бетмәс-төкәнмәслеге турындагы күзаллауга нигезләнгән хәзерге цивилизация кешелекне һәлакәткә алып бара. Кешелекнең Җир биосферасын ноосферага үзгәртүгә юнәлтелгән акыллы стратегиясе генә экологик кризисны булдырмый кала ала.

Кеше эшчәнлегенең барлык өлкәләрендә табигатькә карата яңа мөнәсәбәт формалаштыру буенча актив эш алып бару, табигатьне рациональ файдалану планын, киләчәк өчен табигатьне саклау технологиясен эшләү генә бүгенге көн проблемаларын чишә һәм табигать белән гармонияле хезмәттәшлеккә күчерә ала. Кешелекнең бердәмлеген аңлау — экологик әхлаклылык һәм гуманизм нигезләренең берсе.

Эчтәлек

Кереш 3

1. Биология — тереклек турындагы фән 4
2. Биологияне өйрәнү методлары 6
3. Тереклекнең асылы һәм тере организмнарның үзлекләре 10

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 13

1нче кисәк
ТЕРЕК ТАБИГАТЬНЕҢ ТӨЗЕЛЕШ (СТРУКТУР) ДӘРӘҖӘЛӘРЕ

1нче бүлек
Молекуляр дәрәҗә

1.1. Молекуляр дәрәҗә: гомуми характеристика 16
1.2. Углеводлар 18
1.3. Липидлар 21
1.4. Аксымнарның составы һәм төзелеше 23
1.5. Аксымнарның функцияләре 27
1.6. Нуклеин кислоталары 29
1.7. АТФ һәм күзәнәкнең башка органик кушылмалары 33
1.8. Биологик катализаторлар 35
1.9. Вируслар 37

Бүлекнең кыскача эчтәлеге 40

2нче бүлек
Күзәнәк дәрәҗәсе

2.1. Күзәнәк теориясенең төп положениеләре 42
2.2. Күзәнәкләр турында гомуми мәгълүматлар. Күзәнәк мембранасы 43
2.3. Төш 46

2.4. Эндоплазматик челтәр. Рибосомалар. Гольджи комплексы 49
2.5. Лизосомалар. Митохондрияләр. Пластидалар 52
2.6. Күзәнәк үзәге. Хәрәкәт органоидлары. Күзәнәк тупланмалары 56
2.7. Эукариот һәм прокариот күзәнәкләренең төзелешендәге аерымлыклар 58
2.8. Ассимиляция һәм диссимиляция. Метаболизм 60
2.9. Күзәнәктә энергетик алмаш 62
2.10. Күзәнәкнең туклануы 64
2.11. Фотосинтез һәм хемосинтез 65
2.12. Гетеротрофлар 69
2.13. Күзәнәктә аксымнар синтезы 70
2.14. Күзәнәкнең бүленүе. Митоз 77
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 81

3 нче бүлек
Организм дәрәҗәсе

3.1. Организмнарның җенессез үрчүе 84
3.2. Организмнарның җенси үрчүе 87
3.3. Аталану 92
3.4. Организмнарның индивидуаль үсеше. Биогенетик закон 93
3.5. Билгеләрнең Г. Мендель тарафыннан ачыкланган нәселдән-нәселгә күчү закончалыклары. Моногибрид кушылдыру 100
3.6. Тулы булмаган доминантлык. Генотип һәм фенотип. Анализлаучы кушылдыру 105
3.7. Дигибрид кушылдыру. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчү законы 107
3.8. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә тоташып күчүе. Т. Морган законы. Аркылы кисешү 110
3.9. Геннарның үзара тәэсир итешүе 112
3.10. Җенес генетикасы. Җенес белән тоташкан билгеләрнең нәселгә күчүе 115
3.11. Үзгәрүчәнлек закончалыклары: модификацион үзгәрүчәнлек. Реакция нормасы 117
3.12. Үзгәрүчәнлек закончалыклары: мутацион үзгәрүчәнлек 119
3.13. Селекция нигезләре. Н. И. Вавилов эшләре 122
3.14. Үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнар селекциясенең төп методлары 126
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 130

4 нче бүлек

Популяция-төр дәрәҗәсе

4.1. Төр критерийлары 134
4.2. Популяцияләр 138
4.3. Биологик классификация 141
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 144

5 нче бүлек

Экосистема дәрәҗәсе

5.1. Бергәлек, экосистема, биогеоценоз 146
5.2. Бергәлекнең составы һәм структурасы 149
5.3. Экосистемада матдә һәм энергия агышлары 158
5.4. Бергәлекнең продуктлылыгы 161
5.5. Экосистеманың үзүсеше 164
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 170

6 нчы бүлек

Биосфера дәрәҗәсе

6.1. Биосфера. Яшәү тирәлекләре 172
6.2. Организмнарның тирәлек барлыкка китерү эшчәнлеге 178
6.3. Биосферада матдәләр әйләнеше 180
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 185

2 НЧЕ КИСӘК

ОРГАНИК ДӨНЬЯ ЭВОЛЮЦИЯСЕ

7 нче бүлек

Эволюция турындагы тәгълимат нигезләре

7.1. Эволюцион тәгълимат теориясе. Ч. Дарвин 188
7.2. Организмнарның үзгәрүчәнлеге 193
7.3. Популяцияләрдә генетик тигезләнеш
һәм аның бозылулары 197
7.4. Яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш 201
7.5. Табигый сайланышның формалары 206
7.6. Изоляцияләүче механизмнар 210
7.7. Төр барлыкка килү 213
7.8. Макроэволюция 217
7.9. Эволюциянең төп законча лыклары 220
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 225

8 нче бүлек
Җирдә тереклекнең барлыкка килүе һәм үсеше

8.1. Тереклек барлыкка килү гипотезалары 228
8.2. Тереклекнең килеп чыгуы турындагы күзаллауларның үсеше. Опарин — Холдейн гипотезасы 232
8.3. Тереклек барлыкка килүнең хәзерге гипотезалары . . . 236
8.4. Җирдә тереклек үсешенең төп этаплары 238
8.5. Җирдә тереклекнең үсеше. Борынгы тереклек эрасы 243
8.6. Протерозойда һәм палеозойда тереклекнең үсеше . . . 247
8.7. Мезозойда тереклекнең үсеше 252
8.8. Кайнозойда тереклекнең үсеше 257
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 260

3 НЧЕ КИСӘК
ЭКОЛОГИЯ НИГЕЗЛӘРЕ

9 нчы бүлек
Организм һәм тирәлек

9.1. Экологик факторлар. Тирәлек шартлары 264
9.2. Экологик факторларның организмнарга йогынтысының гомуми закончалыклары 268
9.3. Экологик ресурслар 270
9.4. Организмнарның төрле яшәү шартларына җайлашулары 272
9.5. Организмнарның тәрара мөнәсәбәтләре 277
9.6. Организмнарның сан тирбәнешләре. Экологик регуляция 279
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 285

10 нчы бүлек
Биосфера һәм кеше

10.1. Биосфераның эволюциясе 288
10.2. Биосферага антропоген йогынты 294
10.3. Табигатьтән рациональ файдалану нигезләре 297
Бүлекнең кыскача эчтәлеге 299

Учебное издание

Каменский Андрей Александрович
Криксунов Евгений Аркадьевич
Пасечник Владимир Васильевич

БИОЛОГИЯ

**ВВЕДЕНИЕ В ОБЩУЮ БИОЛОГИЮ
И ЭКОЛОГИЮ**

9 класс

Учебник для основной общеобразовательной школы
с татарским языком обучения

Казань. Издательство «Магариф». 2010

Перевод с русского на татарский язык

Уку-укыту басмасы

Каменский Андрей Александрович
Криксунов Евгений Аркадьевич
Пасечник Владимир Васильевич

БИОЛОГИЯ

**ГОМУМИ БИОЛОГИЯГӘ ҺӘМ ЭКОЛОГИЯГӘ
КЕРЕШ**

9 нчы сыйныф

Татар телендә төп гомуми
белем бирү мәктәбе өчен дәреслек

Редакция мөдире *Л. Х. Мөхәммәтҗанова*
Редакторлары *Ф. Г. Иштирәкова, Р. Х. Фәйзрахманова, Р. З. Закирова*
Компьютерда биткә салучылары
Р. Ф. Мөбарәкҗанова, Г. Р. Галимҗанова
Корректоры *Г. Г. Мөхәммәтҗанова*
Рәсемнәрне компьютерда эшкәртүчесе *Л. Р. Вафина*

Оригинал-макеттан басарга кул куелды 29.10.2010. Форматы 60 × 90 1/16.
Офсет кәгазе. «Школьная» гарнитурасы. Офсет басма. Басма табагы 19,0.
Нәшер-хисап табагы 17,16. Тиражы 3600 д. Заказ О-1552.

«Мәгариф» нәшрияты. 420059. Казан, Оренбург тракты, 20а.
Тел./факс (843) 277-52-88; 277-52-62.
E-mail: magarif@mail.ru
http://www.magarif.com

«Татмедиа» ААҖ филиалы
«Идел-Пресс» полиграфия-нәшрият комплексы.
420066. Казан, Декабристлар урамы, 2.

дрофа

ISBN 978-5-7761-2141-8
9 785776 121418